

O bem-estar animal no transporte e pré-abate e a sua influência na qualidade da carne – um estudo em ovinos

Nicole Gritti Smozinski

Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientadores: Doutor José Pedro Cardoso Lemos

Doutora Ana Carina Alves Pereira de Mira Geraldo

Júri:

Presidente:

Doutor André Martinho de Almeida, Professor auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutor José Pedro da Costa Cardoso Lemos, Professor associado do(a) Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa;

Doutor George Thomas Stilwell, Professor auxiliar com agregação do(a) Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa;

Doutora Teresa de Jesus da Silva Matos Nolasco Crespo, Professora auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Ao Instituto Superior de Agronomia (ISA-ULisboa), à Faculdade de Medicina Veterinária (FMV-ULisboa) e à Universidade de Évora, e seu corpo docente, direção e administração que proporcionaram a minha formação profissional.

À Herdade do Freixo do Meio e seus funcionários pelo acolhimento e compartilhamento de suas experiências profissionais. Em especial ao Engenheiro Alfredo Sendim, ao Engenheiro Gustavo Nunes, ao Alexandre, ao André e ao Senhor Joaquim por terem dispensado o vosso tempo para ajudar no que fosse preciso para a realização deste trabalho. Agradeço também ao Engenheiro Rui Rente do Monte de Santa Luzia e seus funcionários pela colaboração neste trabalho, apesar de não ter sido possível dar continuidade por motivos de logística.

À Unidade Industrial de Carnes – STEC por permitirem a minha entrada no matadouro para que eu pudesse acompanhar o abate dos animais. Em especial ao Senhor Manuel, que foi muito atencioso e não mediu esforços para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Professor José Pedro Lemos e à Professora Ana Geraldo pela orientação, pelos ensinamentos, correções e confiança. E, estendo os meus agradecimentos à Engenheira Maria José Fernandes e ao Doutor José Pestana Assunção pelos ensinamentos e apoio na realização das análises laboratoriais.

Aos Professores Alfredo Pereira, Paulo Infante (Universidade de Évora), à Professora Silvina Palma (Instituto Politécnico de Beja) e ao Doutor Arlei Coldebella (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Suínos e Aves) pelos ensinamentos, apoio e contributo neste trabalho.

Agradeço imensamente aos meus “anjinhos de Portugal”, Professora Elizabeth Duarte, Mestre Catarina Henriques e a minha anfitriã Eborense Paula Mendes. Obrigada pela forma como me acolheram, por todo o apoio, por compartilharem ensinamentos e histórias, por conversas jogadas fora, por TUDO. Saibam que podem contar comigo sempre!

Aos meus amigos do Brasil, Camila Possamai Della, Eduardo Reguse, Ester Mayer, Fernanda Simioni, Priscila Bruxel, Sabrina Slongo, Taiana Facciocchi e Vanessa Cadorin que mesmo longe, sempre estiveram presentes nesta caminhada,

me apoiando e me incentivando nos momentos mais difíceis. Obrigada pela amizade que se mantém inabalável mesmo a “um oceano” de distância!

À Família Tavares... Família grande, tão diferentes uns dos outros, mas tão unidos. Não mede esforços para ajudar qualquer pessoa. Acolhe como se fosse da família. E comigo não foi diferente, me acolheu, me incentivou e me deu todo o suporte durante todo esse período. Não tenho palavras para expressar o meu sentimento de gratidão. Vocês são a minha segunda família! E como sabem, aqui sempre estará uma nora/cunhada/tia para todos os momentos.

Ao meu marido e parceiro da vida, Jorge Tavares, por tudo o que vivemos até hoje, pelo amor, pelo cuidado, pelo apoio, pela compreensão e pela colaboração para a realização deste trabalho. Obrigada por ser o meu porto seguro e encarar comigo este desafio. Gratidão por tudo o que construímos e ainda vamos construir juntos. Amo você!

Agradeço à minha família de origem, os meus pais, Júlio César Smozinski e Cirlene Gritti Smozinski e o meu irmão Rômulo Gritti Smozinski pelos anos de dedicação, por não medirem esforços para que eu pudesse concluir mais esta etapa, por compreenderem e apoiarem a minha decisão. Não é fácil criar coragem e ir para longe, é preciso estar preparado para se reconstruir, criar asas fortes que ajudem a dar um dos voos mais importantes, mas sem o apoio de vocês eu não teria conseguido. GRATIDÃO pela nossa ligação, pelo nosso amor, por TUDO! EU AMO VOCÊS!

Resumo

O transporte animal é considerado uma das fases mais críticas na cadeia produtiva da carne, podendo comprometer a qualidade do produto final. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do temperamento e das condições de pré-abate na qualidade da carne de borregos em sistema de produção biológico. Foram recolhidos dados fisiológicos e comportamentais (exploração/matadouro) de 30 borregos da raça Merina Preta, com idade entre 120 a 150 dias e peso-vivo: entre 22 a 39kg. Foram avaliadas a temperatura corporal dos animais, variáveis climáticas (temperatura ambiente e humidade relativa) e ainda as variáveis comportamentais no manejo da pesagem, do embarque, do desembarque e da espera pré-abate. No matadouro foi registada a temperatura e o pH das carcaças no fim da linha de abate e 60 minutos após abate. Após oito dias, foram obtidas amostras da carcaça refrigerada do músculo *Longissimus dorsi*. Foram realizadas análises de qualidade da carne (pH, cor, perda de peso por cocção e força de corte). Os resultados mostraram que o pH médio da carne dos borregos que não apresentaram um movimento ativo em cima da plataforma no momento do desembarque ($5,69 \pm 0,04$) foi superior ao pH médio dos que ficaram estáticos no desembarque ($5,52 \pm 0,00$) e superior ao dos animais que correram ($5,52 \pm 0,01$). As perdas de peso por cocção da carne dos borregos que se moveram rapidamente ($23,58 \pm 0,82\%$) foram inferiores às dos animais que apresentaram movimento lento ou ficaram parados ($26,52 \pm 0,37$ e $25,63 \pm 0,67\%$, respetivamente). A saturação média da cor carne dos animais que correram ($15,92 \pm 0,24$) foi superior aos que ficaram parados ou caminharam ($12,43 \pm 0,59$ e $14,54 \pm 0,35$, respetivamente). Os resultados, embora obtidos de uma amostra pequena o que retira potência aos seus dados, indiciam que o temperamento dos borregos influencia as suas reações e eventual *stress* afetando de forma moderada alguns parâmetros da qualidade da carne.

Palavras-chave: bem-estar animal; borregos; comportamento; manejo pré-abate; qualidade da carne.

Abstract

Animal transport is considered one of the most critical phases in the meat production chain, which could compromise the quality of the final product. The present work aimed to evaluate the influence of temperament and the pre-slaughter management on lamb meat quality in an organic production system. Physiological and behavioral data (farm/slaughter) were collected from 30 Black Merino lambs, age: between 120 to 150 days; live weight: between 22 and 39 kg. The physiological variables measured were the animal's body temperature and climatic data (temperature and humidity inside transport vehicle); behavioral variables were also evaluated in the animal's management: weighing, loading, landing, and pre-slaughter. In the slaughter, carcass temperatures and pH were determined at the slaughter line and 60 minutes after slaughter. After eight days, the samples of the refrigerated carcass of the Longissimus dorsi muscle were obtained for meat quality analysis (pH, color, cooking loss, and shear force). The results indicated that the final pH of the meat of the lambs that didn't show an active movement on the platform at the time of landing (5.69 ± 0.04) was higher than the final pH of the lambs that remained static at the landing (5.52 ± 0.00) and higher than the animals that ran (5.52 ± 0.01). The meat cooking loss from fast-moving lambs ($23.58 \pm 0.82\%$) was lower than the animals that presented slow-moving or keep still (26.52 ± 0.37 and $25.63 \pm 0.67\%$, respectively). The meat color saturation of the animals that ran (15.92 ± 0.24) was higher than those that keep still or walked (12.43 ± 0.59 and 14.54 ± 0.35 , respectively). Although obtained from a small sample that draws power to the data, the results indicate that the temperament of the lambs influences their reactions and eventual stress, moderately affecting some parameters of the meat quality.

Keywords: animal welfare; lambs; behavior; pre-slaughter management; meat quality.

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Abreviaturas.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Panorama da ovinicultura no Mundo e em Portugal	3
2.2. Bem-estar animal	5
2.2.1. Indicadores comportamentais e fisiológicos do <i>stress</i> animal	7
2.2.2. Bem-estar no transporte e no manejo pré-abate.....	8
2.3. Qualidade da carne	10
2.3.1. Temperatura e pH do músculo	11
2.3.2. Cor da carne.....	13
2.3.3. Perda de peso por cocção.....	15
2.3.4. Força de corte	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Fase I – Seleção dos animais.....	20
3.2. Fase II – Transporte dos animais para o matadouro.....	24
3.3. Fase III – Abate dos animais	24
3.4. Fase IV - Análises laboratoriais da qualidade da carne na FMV	26
3.4.1. Cor	27
3.4.2. pH.....	28
3.4.3. Perda de peso por cocção (PPC)	28
3.4.4. Força de corte (FC)	28
3.5. Análise estatística dos resultados.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Variáveis climáticas e temperatura dos animais	31
4.2. Comportamento dos animais.....	33
4.3. Qualidade da carne	36
4.4. Características da qualidade da carne em relação ao comportamento animal	42
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
7. ANEXOS	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Descrição das etapas realizadas e do seu período de execução.	18
Tabela 2 - Avaliação do comportamento dos animais – Relação Humano/Animal (adaptado de Ruiz e Dwyer – AWIN, 2015).....	20
Tabela 3 - Escala numérica composta para avaliação da reatividade dos animais na exploração (adaptado de Hearnshan e Moris,1984 e Piovezan, 1998).....	23
Tabela 4 - Escala numérica composta para avaliação da reatividade dos animais no matadouro.	25
Tabela 5 - Avaliação do comportamento dos animais selecionados para o abate.....	33
Tabela 6 - Distribuição dos animais (n=30) dentro de cada categoria das variáveis de comportamento durante o manejo (Pesagem, Embarque, Desembarque e Zona de Abegoaria).....	35
Tabela 7 - Parâmetros das carcaças e das amostras para a qualidade da carne (média e desvio-padrão).	37
Tabela 8 - Coeficientes de correlação de postos de Spearman a temperatura média do camião do transporte, temperatura dos animais no momento do embarque e desembarque com os parâmetros da qualidade da carne.	39
Tabela 9 - Coeficientes de correlação de postos de Spearman dos tempos de espera dos animais desde que ocorre o embarque até ao abate com os parâmetros da qualidade da carne.	40
Tabela 10 - Valores p dos testes de comparações entre categorias das variáveis de comportamento para as variáveis pH _[30'] , pH _[60'] pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.....	42

Lista de Figuras

Figura 1 - Evolução do efectivo de ovinos em Portugal entre 2007-2017 (FAO, 2017).	3
Figura 2 - Distribuição do efectivo ovino em Portugal (10 ³ animais) (INE, 2018).....	4
Figura 3 - Representação do músculo relaxado e contraído (adaptado de Pavlović <i>et al.</i> , 2017).....	11
Figura 4 - Representação do declínio do pH de uma carne normal x carne PSE x carne DFD (adaptada de Apple, 1995).	13
Figura 5 - Representação tridimensional do sistema CIE Lab (CIE, 1976).....	15
Figura 6 - Esquema do delineamento experimental utilizado no trabalho de campo.	19
Figura 7 – Representação da distância de fuga (Moura, 2014).....	21
Figura 8 - Termohigrómetro (VEC-HTC-1 – São Paulo, Brasil) para medição de temperatura ambiente e humidade relativa.....	21
Figura 9 - Termómetro infravermelho (Minolta Land Mini laser plus – São Paulo, Brasil) para medição da temperatura animal.	22
Figura 10 - Região da medição da temperatura do animal.	22
Figura 11 - Compartimentos do veículo de transporte utilizado.	24
Figura 12 - Equipamento Data Logger (TidbiT v2 Temp Logger - Hobbo, modelo UTBI-001- Massachusetts, Estados Unidos) no interior do camião.....	24
Figura 13 - Amostras do músculo Longissimus dorsi (12 ^a vértebra torácica).	26
Figura 14 - Identificação do rótulo das amostras.	26
Figura 15 - Amostras do Longissimus dorsi expostas à atmosfera.	27
Figura 16 - Colorímetro Minolta Chroma Meter, modelo CR-300.	27
Figura 17 - Potenciómetro (HANNA Meat pH meter, modelo HI 99163).	28
Figura 18 – Procedimento de cozimento em Banho-Maria das amostras de carne.....	28
Figura 19 - Alíquotas das amostras de carne preparadas com os cortes feitos paralelamente às fibras, para determinação da força de corte.....	29
Figura 20 - Texturómetro TA - XT2 utilizado para a medição da força de corte.	29
Figura 21 - Análise de conforto térmico dos animais com base nos valores de ITH e temperatura média da superfície corporal dos animais (exploração).	31
Figura 22 - Análise de conforto térmico dos animais com base nos valores de ITH e temperatura média da superfície corporal dos animais (matadouro).	31
Figura 23 - Temperaturas mínimas, máximas e médias do ambiente no interior do camião durante o transporte.	33

Lista de Abreviaturas

a*	Eixo de cromaticidade verde-vermelho
ANCORME	Associação Nacional de Criadores de Ovinos de Raça Merina
b* -	Eixo de cromaticidade azul-amarelo
C	Saturação
CK	Creatina quinase
CIE	<i>Comission Internationale d'Éclairage</i>
CRA	Capacidade de retenção de água
CRH	Hormona corticotrófica
CSA	<i>Community Supported Agriculture</i>
DFD	<i>Dark, Firm and Dry</i>
ENC	Escalas numéricas compostas
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FC	Força de corte
FMV	Faculdade de Medicina Veterinária
HFM	Herdade do Freixo do Meio
ISA	Instituto Superior de Agronomia
ITH	Índice de Temperatura e Humidade
L*	Luminosidade
LDH	Lactato desidrogenase
OIE	Organização Mundial da Saúde Animal
ONU	Organização das Nações Unidas
pl	Ponto isoelétrico
PE	Polietileno
PPC	Perda de peso por cocção
PSE	<i>Pale, Soft and Exudative</i>
SNA	Sistema nervoso autónomo
H	Tom
TFUE	Tratado sobre Funcionamento da União Europeia

1. INTRODUÇÃO

A população mundial teve um crescimento contínuo e acelerado nos últimos anos. Segundo os dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), as projeções indicam uma população de aproximadamente 9.771.823 mil milhões em 2050. Segundo a *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO, 2018), tal facto indica que a procura de alimentos continuará a aumentar nas próximas décadas pelo que, fornecer alimentos suficientes para a população de referência torna-se ainda mais importante, bem como, a utilização máxima dos recursos alimentares existentes.

Nos últimos anos, verificaram-se também mudanças rápidas e significativas nos níveis e nos padrões de consumo de alimentos. Estimativas da FAO indicam que ao longo da última década o consumo de carne nos países em desenvolvimento da Ásia, região onde ocorreu a maior parte do aumento da população mundial, tem crescido cerca de 3% ao ano (FAO, 2013). O rápido crescimento do setor de carnes foi sustentado pelo aumento da procura por carne de frango, enquanto que para carnes de outras espécies domésticas, o crescimento do consumo *per capita* tem sido insignificante, especialmente para os suínos (exceto na China) e ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos).

No entanto, e em contradição com a citação anterior, tem-se verificado um aumento anual na procura pela carne ovina, devido aos fatores nutricionais presentes na sua composição (principalmente, à elevada quantidade de proteínas, minerais e vitaminas), e pelo facto de possuir uma textura fina, gordura branca e compacta e boa digestibilidade (Bressan *et al.*, 2001). Para atender às exigências do consumidor, o produtor deve preocupar-se cada vez mais em oferecer um produto de qualidade e, principalmente, conhecer os fatores que interferem nas características físicas, químicas e sensoriais da carne (Vieira *et al.*, 2010).

No que concerne ao valor comercial da carne, este tem como base o grau de aceitabilidade dos consumidores que, para além da segurança alimentar, procuram qualidades nutricionais e organolépticas (sabor e suculência) (Monte *et al.*, 2012). Aspetos relacionados com o bem-estar animal no sistema de produção (União Europeia, 2016) e o manejo durante as operações de transporte e pré-abate (Hemsworth *et al.*, 2011), são também fatores importantes que podem alterar as características organolépticas e, consequentemente, tendem a alterar o valor comercial da carne e a escolha por parte dos consumidores.

O bem-estar animal tornou-se uma preocupação social na produção de alimentos cárneos, constituindo-se uma característica dentro de um conceito amplo de qualidade da carne, onde os principais elos da cadeia da carne são a produção *per se* (que ocorre nas explorações pecuárias), o transporte e o abate no matadouro (Miranda-de la Lama *et al.*, 2010 e Hoeksma *et al.*, 2017). O transporte e o abate são as etapas finais de um sistema de

produção animal destinado a produzir carne de alta qualidade sendo, por isso, componentes essenciais do sistema de produção (Knowles *et al.*, 1995). No entanto, no período de pré-abate os animais podem ser expostos a uma variedade de fatores de *stress*, incluindo a interação humano/animal, embarque e desembarque, transporte, ruído e vibração, ambiente novo e desconhecido, mistura com animais de outras origens e/ou de outras espécies, alteração das condições climáticas, privação de alimento e água, entre outros (Miranda-de La Lama *et al.*, 2014). Segundo Paranhos da Costa *et al.* (2012), o manejo e o transporte inadequado durante o período de pré-abate resultam em maior reatividade emocional, morbidade, mortalidade, perda de peso vivo, carne de qualidade inferior, como encurtamento das fibras musculares, pH mais alto, carne escura e danos na carcaça através de hematomas. Vários autores utilizam esses parâmetros para avaliar o *stress* em relação aos tratamentos de pré-abate em animais de produção (Bórnez *et al.*, 2009). Neste contexto, uma administração eficiente da cadeia logística durante o processo de pré-abate, baseada no bem-estar animal, terá um impacto positivo no lucro de produtores, distribuidores e comerciantes, uma vez que estes processos podem afetar o custo, a qualidade e a satisfação do consumidor (Miranda-de la Lama *et al.*, 2010).

A consciencialização da importância do bem-estar dos animais aumentou exponencialmente nos últimos anos e tem sido objeto de uma atenção significativa por parte dos meios de comunicação social. Algumas indústrias e comerciantes exploram a aplicação de sistemas agrícolas, práticas de manejo, estratégias de produção, implementação de monitorização, garantia de qualidade durante operações de transporte e pré-abate, esquemas de certificação e a disseminação de informações ao consumidor. São exemplos: a *Certified Humane* da HFAC-USA e a *Freedom Food* da RSPCA-UK com a intenção de melhorar a qualidade de vida dos animais e, assim, satisfazer simultaneamente as expectativas dos cidadãos e as exigências do mercado (Miranda-de la Lama, 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do temperamento e das condições de pré-abate na qualidade da carne de borregos em sistema de produção biológico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama da ovinicultura no Mundo e em Portugal

A espécie ovina (*Ovis aries*) foi uma das primeiras a ser domesticada pelo Homem há aproximadamente 11.000 anos (Alberto *et al.*, 2018). A domesticação da espécie iniciou-se pelo interesse na carne, leite, lã e peles, proporcionando uma maior diversidade de aptidões para a subsistência do Homem (Ribeiro e Constantino, 2015).

De acordo com os dados disponibilizados pela FAO, no ano de 2017 o efetivo mundial de ovinos ascendia 1,2 bilhão de cabeças distribuídos em todos os continentes. A espécie ovina e as suas diferentes raças encontram-se distribuídas por diferentes áreas geográficas no mundo, particularmente pela sua capacidade de adaptação ao ambiente (Alves *et al.*, 2012). Atualmente, cerca de 60% do efetivo ovino mundial está localizado em zonas temperadas (norte da Europa e Ásia, na região sul do continente Sul Americano, Austrália e Nova Zelândia) - regiões com condições climáticas e de pastoreio ideais para a ovinicultura (Ferguson *et al.*, 2017).

Na União Europeia existem cerca de 132.168.743 milhões de cabeças de ovinos, onde Portugal possui o 10º efetivo, com aproximadamente 2,2 milhões de cabeças (FAO, 2017). De acordo com a mesma fonte, analisando a evolução da ovinicultura no país (triénio 2015-2017), observou-se uma taxa de crescimento de 8,9%. A evolução do efetivo de ovinos em Portugal, no período de 2007 a 2017, encontra-se representada na Figura 1, onde se pode verificar uma diminuição de 23,3% entre 2007 e 2014. De acordo com INE (2014) no período entre 2010 e 2014 houve um decréscimo de 2,2% na média anual do efectivo ovino. Tal facto, pode ter ocorrido devido à perda de competitividade das explorações, aumento de encargos por parte dos produtores ou por dificuldades de mão-de-obra. Outra justificativa poderá ser a diminuição do consumo de carne no período de 2007 a 2014 (Rente, 2014). Por outro lado, pode-se observar uma subida pouco acentuada desde essa data até 2017.

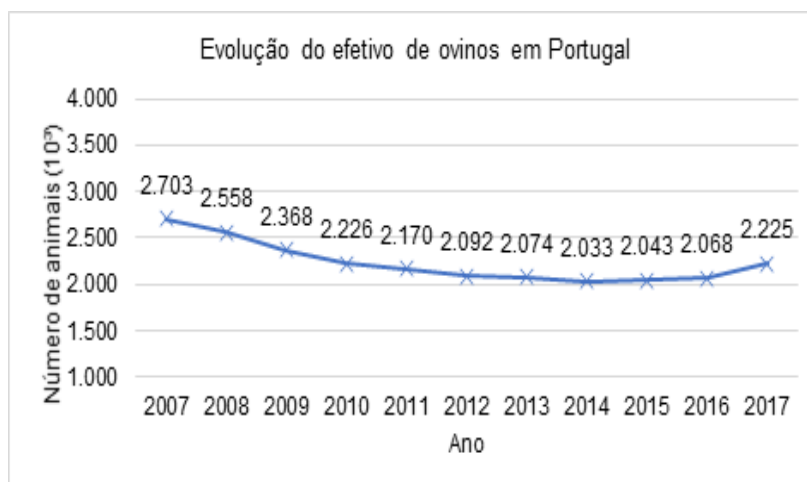


Figura 1 - Evolução do efectivo de ovinos em Portugal entre 2007-2017 (FAO, 2017).

O Alentejo é, em Portugal, a região com maior número de ovinos, existindo aproximadamente 1,3 milhões de cabeças (o que representa 61,63% do efectivo nacional), somado a pequenas participações das outras regiões (INE, 2018), conforme se pode observar na Figura 2.

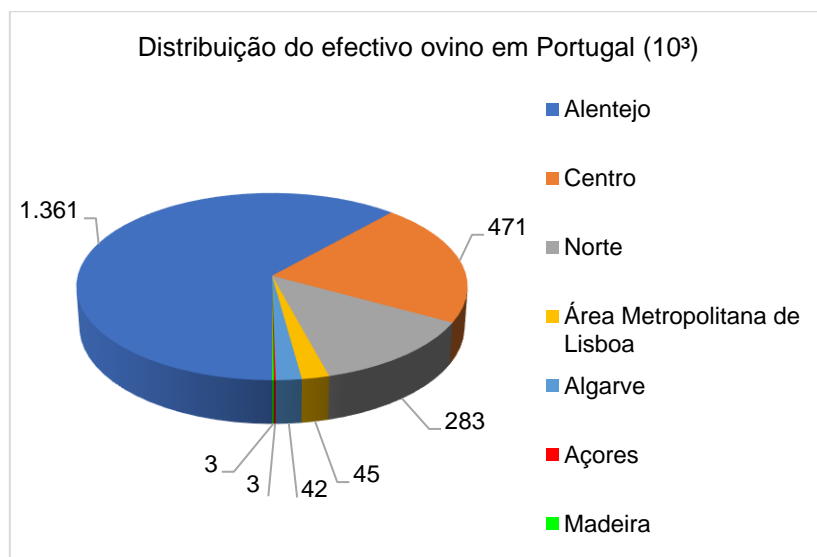


Figura 2 - Distribuição do efectivo ovino em Portugal (10³ animais) (INE, 2018).

No cenário agropecuário nacional foram abatidos cerca de 758.380 cabeças em 2018, predominantemente a região Centro com um total de 336.892 ovinos, seguida da região do Alentejo com 264.867 cabeças (INE, 2018). De acordo com a mesma fonte, em 2018 o consumo anual de carne ovina e caprina correspondeu a 2,5 kg *per capita*, sendo o quarto tipo de carne mais consumida em Portugal. De notar que o consumo desta carne se tem mantido constante nos últimos anos, concentrando-se em duas épocas do ano, nomeadamente Páscoa e Natal.

A raça de ovinos mais explorada em Portugal é o Merino (Branco e Preto). Por ser uma raça autóctone apresenta parâmetros de desempenho zootécnico e adaptabilidade às condições produtivas e, por isso possui boas características relativamente à conformação da carcaça (Matos, 2000).

De acordo com Associação Nacional de Criadores de Ovinos de Raça Merina (ANCORME), o manejo reprodutivo tradicionalmente mais utilizado baseava-se em duas épocas de cobrição (Primavera e Outono) (ANCORME, 2008). Este manejo permitia a comercialização da carne de borrego nas épocas de maior consumo, o Natal e a Páscoa, respetivamente. Atualmente, tem-se observado alguma intensificação no ritmo reprodutivo dos rebanhos, provavelmente por consequência do aumento das exportações de animais vivos. Alguns produtores optam por épocas de cobrição de dois meses de duração, o que permite a obtenção de três partos em dois anos.

O manejo alimentar dos ovinos, caprinos e bovinos, deve ser pensado de forma a satisfazer as suas necessidades básicas vitais e suportar um crescimento adequado e/ou produção de leite, a reprodução ou a produção de lã. As necessidades nutricionais representam a quantidade diária de energia, água, proteína (aminoácidos), ácidos gordos essenciais, minerais e vitaminas e, para tal, deve ser considerada a fase fisiológica em que o animal se encontra (Gomes *et al.*, 2018).

Segundo Matos (2000), a alimentação dos ovinos em Portugal é composta essencialmente por pastagens naturais ou semeadas à base de consorciações de leguminosas e gramíneas. No Verão utilizam-se os restolhos dos cereais e nos meses de Outono e Inverno, ou em épocas de escassez alimentar, utiliza-se a suplementação à base de concentrados. Neste contexto, para aumentar a taxa de crescimento e o peso de abate dos animais mais precocemente, resultando numa carcaça com maior quantidade de gordura total e com mais marmoreio (tornando a carne mais succulenta), é o aumento da densidade de energia da dieta através de elevada quantidade de grãos em substituição aos volumosos ou adicionar gordura. Em animais alimentados com plantas forrageiras o crescimento é mais lento, a idade de abate mais elevada e as carcaças apresentam menor acabamento de gordura (Kerry *et al.*, 2002).

Na visão dos consumidores as características de qualidade mais importantes na carne vermelha são a tenrura, a textura, a aparência (cor, brilho e apresentação do corte), o odor e o sabor próprio da carne (Bressan *et al.*, 2001). Esses atributos ou características físicas apresentam variações que estão associadas a vários fatores, tais como: diferenças na idade e/ou peso ao abate, manejo pré e pós-abate e tipos de raças. Além disso, o consumidor deseja obter carne de animais cujo bem-estar foi preservado e que foram abatidos em condições higiénicas e sanitárias adequadas (Souza, 2012).

2.2. Bem-estar animal

O bem-estar animal tem sido um tema de interesse amplo e de estudo científico estabelecido desde as décadas de 1950 e 1960 (Hoag e Lemme, 2018). Em 1979, foi elaborado o documento “*Farm Animal Welfare Council*” (FAWC) que propõe um padrão mínimo necessário para garantir qualidade de vida aos animais. Deste documento surgiram as denominadas “Cinco Liberdades dos Animais” (FAWC, 1992):

1. “*Livre de fome e sede.*” - Acesso a água fresca e a uma dieta que permita a completa manutenção da saúde e vigor.
2. “*Livre de desconforto.*” - Fornecimento de um ambiente apropriado, incluindo abrigo e uma área de descanso confortável.
3. “*Livre de dor, lesão e doenças.*” - Prevenção ou rápido diagnóstico e tratamento.

4. “*Livre de expressar comportamento normal.*” – Promover condições e espaço suficiente de modo a que o animal expresse os seus instintos e comportamentos inerentes à sua espécie;
5. “*Livre de medo e de stress.*” - Garantia de condições e tratamento, que evitem sofrimento.

Broom (1986) afirma que embora não exista uma definição para o conceito “bem-estar animal”, este está associado ao estado do animal em relação às suas tentativas de lidar com o ambiente em que se encontra. Segundo Organização Mundial da Saúde Animal (OIE, 2018) “*um animal encontra-se numa situação de bem-estar de boa qualidade se estiver saudável, confortável, bem alimentado, seguro, se for capaz de manifestar o seu comportamento inato (natural) e se não for afetado por estados desconfortáveis como dor, medo ou sofrimento*”. O conceito de bem-estar dos animais encontra-se no artigo 13º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFUE) que reconhece os animais enquanto seres sensíveis (Animal Welfare, 2017).

Nos últimos anos o bem-estar dos animais de produção surgiu como um desafio ou possível oportunidade para a indústria de alimentos de origem animal. Esta questão tem alcance abrangente, devido aos grandes fluxos comerciais e à estrutura de muitas empresas multinacionais do negócio agropecuário (Hoag e Lemme, 2018). Muitos consumidores esperam que os processos de produção de alimentos considerem aspectos como o bem-estar animal (Broom, 2011). Neste contexto, a União Europeia, bem como outros países fora da UE, desenvolvem políticas e padrões mínimos para o bem-estar e a proteção dos animais que naturalmente têm repercussões em toda a sociedade. Estes, são obrigatórios em todos os seus elementos, bem como a existência de condições mínimas para proteção dos animais de produção de alimentos, lã, couro e pele, alojamento, alimentação, cuidados apropriados às necessidades fisiológicas e etológicas dos animais de acordo com a experiência e os conhecimentos científicos, manejo durante o transporte, o período pré-abate e abate em função do método de abate utilizado (União Europeia, 2010).

Bond *et al.* (2012) comprovam que a fisiologia e o comportamento observado são fatores que podem ser utilizados para avaliar questões relacionadas ao bem-estar animal durante o manejo e que podem afetar a qualidade do produto final. A interação humano/animal pode causar medo aos animais - um fator causador de *stress* e por isso que afeta a sua fisiologia e, conseqüentemente, a sua produtividade (Hemsworth *et al.*, 2011). Mera (2008) afirma que geralmente, esta interação ocorre durante a condução dos animais para o local do carregamento e enfatiza a importância da utilização de pessoas e cães treinados para evitar *stress* e lesões corporais durante este tipo de manejo.

Um aumento de *stress* fisiológico ou de atividade física durante o manejo pré-abate e o transporte pode levar ao esgotamento das reservas de glicogénio muscular e,

consequentemente, pode resultar no aumento do pH da carne, numa maior capacidade de retenção de água e uma carne com uma cor mais escura (Warriss, 1990).

2.2.1. Indicadores comportamentais e fisiológicos do *stress* animal

Durante a fase de pré-abate os animais podem ser expostos a vários estímulos desafiadores, tais como: o manejo e o aumento da interação humano/animal, o transporte, a dieta hídrica, a separação e/ou mistura com outros animais, os novos ambientes, ou as mudanças nas condições climáticas (Ferguson e Warner, 2008). De acordo com King *et al.* (2006) todos esses desafios perturbam a homeostase animal e, como resposta ao *stress*, um conjunto de respostas do organismo é ativado na tentativa de restaurar o equilíbrio interno.

A primeira reação ao *stress* é o reconhecimento do agente stressor com alteração do comportamento. Os indicadores comportamentais do *stress* baseiam-se no comportamento anormal dos animais, quando se afastam do que é realizado no ambiente natural (Broom e Fraser, 2015). Deste modo, o conhecimento do comportamento natural do animal é importante para que se possa diagnosticar e aprimorar o seu grau de bem-estar (Fraser, 1993).

Um dos possíveis métodos de avaliação das variáveis comportamentais individuais é a Avaliação Qualitativa do Comportamento. Esta avaliação quantifica a expressão comportamental de um animal e, portanto, influencia a interação do animal com o ambiente naquele momento, podendo ser observada a alteração de postura, a locomoção e o temperamento (Wemelsfelder, 2007). Nestas observações, o temperamento está geralmente relacionado com o medo, podendo causar mudanças comportamentais e fisiológicas, que se estendem desde a demonstração de baixa reatividade e docilidade até à expressão de medo, não responsividade ou apatia, fuga ou afastamento e comportamentos de ataque ou agressão (Burrow, 1997).

Piovezan (1998) afirmou que a reatividade ligada ao temperamento, se define como a qualidade ou estado daquele que protesta ou luta, sendo sua expressão dependente de vários componentes, como por exemplo, a intensidade do estímulo e o significado do estímulo para o indivíduo, a motivação e a intensidade de resposta.

Vários autores definiram diferentes metodologias para avaliar a reatividade baseado em escalas numéricas compostas (ENC) que variam entre “o menos reativo ao mais reativo” (Hearnshaw e Morris, 1984; Burrow e Dillon, 1997; Piovezan, 1998). Piovezan (1998) utilizou uma escala numérica variando de 1 a 5 para avaliar a reatividade de vacas e novilhas da raça Nelore através da movimentação na balança, onde:

ENC 1: pouca deslocação dentro da balança, parado a maior parte do tempo;

ENC 2: animal geralmente calmo, com alguma movimentação e movimentos de cauda ocasionais e vigorosos;

ENC 3: deslocações frequentes e vigorosas;

ENC 4: deslocação quase contínua dentro da balança, movimentos vigorosos e abruptos;

ENC 5: deslocação contínua, saltos, tentativa de fuga, movimentos de cauda contínuos e vigorosos.

Outras medidas de comportamento podem ser utilizadas como indicadores da qualidade do manejo nas explorações pecuárias, como por exemplo, a distância de fuga. Esta medida pode ser definida como a distância mínima que um animal permite que um humano se aproxime antes de se deslocar – consoante a maior ou menor distância, os animais são classificados. Os mais reativos são os animais que apresentam uma maior distância, e por isso recebem piores pontuações quanto ao temperamento (Hurnik *et al.*, 1995).

A fisiologia também constitui um importante instrumento no diagnóstico do bem-estar animal. Entre os indicadores fisiológicos, estão aqueles decorrentes da ativação do sistema nervoso autónomo (SNA) (Broom e Johnson, 1993). O agente causador do *stress* atua via SNA sobre as células neurosecretores hipotalâmicas que reagem aumentando a secreção da hormona corticotrófica (CRH) que, por meio do sistema capilar porta-hipofisário, é transportado para os lóbulos anteriores da hipófise (adenohipófise), estimulando a secreção de corticotrofina. Esta estimula a região cortical da adrenal para secretar o cortisol, e em menor escala os outros glucocorticoides, levando à glicogénese, mobilização proteica e lipídica. A disponibilidade de aminoácidos, gorduras e glicose auxilia a reparação dos danos corporais, atenuando, assim, o estímulo inicial que desencadeou a sequência de acontecimentos que elevaram a secreção do cortisol (Broom e Fraser, 2015).

Animais mais reativos podem apresentar-se mais stressados durante o manejo pré-abate, levando esse *stress* a uma descida anormal do pH da carcaça (Pardi, 1993). Como consequência, a carne terá uma cor pálida, baixa capacidade de retenção de água e, em alguns casos, a superfície goteja. Esta aparência da carne é chamada de “carne PSE - *Pale, Soft and Exudative*” (pálida, flácida e exsudativa). Por outro lado, com o esgotamento do glicogénio há uma alteração do pH final, ficando este mais elevado que o normal, afetando a aparência dos cortes e os atributos de qualidade da carne, podendo apresentar uma cor escura e superfície seca devido à água presente no músculo (ligada às proteínas), sendo chamada de “carne DFD - *Dark, Firm and Dry*” (escura, firme e seca) (Aberle *et al.*, 2012).

2.2.2. Bem-estar no transporte e no manejo pré-abate

São vários os estudos que demonstraram que a qualidade da carne é influenciada pelo bem-estar dos animais. Dentro da cadeia produtiva de animais destinados ao abate, o transporte é uma das fases mais críticas para o bem-estar, pois os animais são submetidos a várias etapas num curto espaço de tempo, como a seleção dos animais na exploração, a condução para os currais, o carregamento para o veículo, o trajeto até o matadouro e o desembarque (Grandin, 2001).

Grandin (1997, 2000a, 2000b) afirma em vários estudos que o *stress* causado pela visualização do meio externo ao caminhão durante o transporte dos animais, altera o comportamento e a reatividade dos mesmos, bem como a alteração visual entre o claro e o escuro e a movimentação externa às instalações de manejo e contenção. Neste contexto, a visualização de veículos com as laterais e a parte traseira dos compartimentos de carga completamente fechados são cada vez mais frequentes, pois limita os efeitos de estímulos externos que causam *stress* (Paranhos da Costa *et al.*, 2014).

Outros fatores de *stress*, em geral, são a mistura de diferentes grupos de animais na preparação para o transporte, assim como o jejum, o manejo por pessoas desconhecidas, o manejo agressivo, a deslocação para novos ambientes, os movimentos dos veículos, a dificuldade em permanecerem em pé, a dor causada por feridas acidentais, os novos odores e ruídos, o *stress* térmico (calor ou frio) e as densidades inadequadas (Velarde e Dalmau, 2012).

Segundo Braggion e Silva (2004), o transporte representa a segunda maior causa de lesões em carcaças. A alta densidade de carga é associada a maiores reações de *stress*, risco de hematomas e ocorrências de quedas. Assim, o número de animais a ser transportado deve ser considerado uma vez que uma superlotação causará problemas de lesões e quedas durante o transporte. A Diretiva Europeia EC/01/2005, transcrita a nível nacional pelo Decreto-Lei 265/2007 do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, relativa à proteção dos animais durante o transporte e operações afins, estipula uma área de 0,30 a 0,40 m² por ovino não tosquiado com peso inferior a 55 kg. A alta densidade impede que os animais se deitem, podendo causar fadiga e lesão muscular, especialmente durante as viagens longas. Adicionalmente, o risco de *stress* térmico aumenta devido ao maior contato entre os animais, limitando a sua capacidade de dissipação de calor e, ao mesmo tempo provocando um aumento da troca de calor entre os mesmos (Knowles, 1998).

A quantidade de espaço necessário por cada animal dependerá dos seguintes fatores: peso corporal, presença de lã e da espessura do velo, temperatura e comportamento dos animais durante o transporte. Quanto maior o animal, mais espaço este necessita. A presença de lã e a espessura do velo podem fazer uma grande diferença na quantidade de espaço necessário (Warris *et al.*, 2003). Grandin (2000a) sugere que as ovelhas lanadas necessitam de mais 25% de espaço quando comparadas com as ovelhas tosquiadas. Em particular, a espécie ovina não se deita imediatamente após o início de uma viagem, mas sim nas primeiras quatro a dez horas, desde que tenham espaço suficiente (Knowles, 1998). Portanto, para as viagens com duração superior a quatro horas é sugerido que as condições no veículo permitam que todos os animais se deitem (Grandin, 2000a). A temperatura pode aumentar quando há uma densidade de ocupação elevada. Deste modo, é importante que os meios de transporte sejam construídos de modo que os animais mantenham o conforto térmico. Os

animais podem sofrer *stress* térmico quando as temperaturas são inferiores ou superiores ao da zona de neutralidade térmica entre 20° e 30 °C (Paim *et al.*, 2013). A Diretiva Europeia EC/01/2005 refere que os sistemas de ventilação nos meios de transporte rodoviário devem ser construídos de forma a que os animais sejam capazes de manter uma gama de temperaturas de 5° a 30°C dentro do meio de transporte (+/- 5 °C).

Os períodos de descanso nas viagens longas são considerados como um meio de prevenir os efeitos da privação alimentar e de água. No entanto, segundo o Comité Científico de Saúde e Bem-estar animal da União Europeia os períodos de descanso curtos, de uma hora por exemplo, são insuficientes e podem até gerar efeitos negativos sobre o bem-estar dos animais (União Europeia, 2002).

Após a chegada dos animais ao matadouro, o tempo ótimo de descanso após o transporte varia entre 2 e 3 horas (Milligan *et al.*, 1998). Warriss *et al.* (1998) constataram que com 3 horas de descanso os animais mostraram-se calmos, recuperando do *stress* causado pela viagem. Entretanto, se o tempo de descanso for estendido, aumenta a probabilidade de ocorrência de danos cutâneos e de possíveis alterações na qualidade da carne, causados pelas brigas e consequente diminuição de glicogénio.

O Regulamento (CE) n.º 1099/2009 do Conselho de 24 de Setembro de 2009 refere a proteção dos animais no momento da occisão. Neste contexto, devem ser disponibilizadas as melhores condições de forma a reduzir o *stress* e promover o bem-estar dos animais, contribuindo assim para a qualidade do produto final (Brunel *et al.*, 2018).

2.3. Qualidade da carne

Sabe-se que o *stress* pré-abate tem efeito adverso na qualidade da carne, pelo facto da carne ser um produto que depende do bem-estar e manejo durante a fase de vida do animal (Lawrie, 2001).

Segundo o Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004, a carne é definida como as partes comestíveis dos animais referidos nos pontos 1.2 a 1.8 do Anexo I, nomeadamente, ungulados domésticos: bovinos (incluindo as espécies *Bubalus* e *Bison*), suínos, ovinos e caprinos domésticos, e solípedes domésticos; aves de capoeira; lagomorfos; caça selvagem; caça de criação; caça miúda selvagem e, caça grossa selvagem.

A carne é composta principalmente pelos tecidos musculares, conjuntivos e, em pequena quantidade de tecido epitelial e nervoso (McAfee, 2010).

No músculo, a fibra muscular é composta por milhares de miofibrilas, onde é possível identificar o sarcómero. O sarcómero é a unidade funcional do músculo e apresenta um disco em cada extremidade, conhecido como linha Z (Pearson e Young, 1989). As fibras de miosina situam-se de forma a gerar uma faixa escura (banda A - anisotrópica) e o filamento de actina

forma uma faixa clara (banda I - isotrópica) (Mantese, 2002). Segundo Cunningham e Klein (2008), durante a contração muscular a faixa I diminui e a faixa A permanece com o mesmo comprimento e cada banda I conduz uma linha Z. A disposição dos sarcômeros é devida principalmente à presença de dois tipos de filamentos, dispostos de modo longitudinal ao eixo mais longo das miofibrilas e organizados numa distribuição simétrica e paralela (Mantese, 2002) (Figura 3).

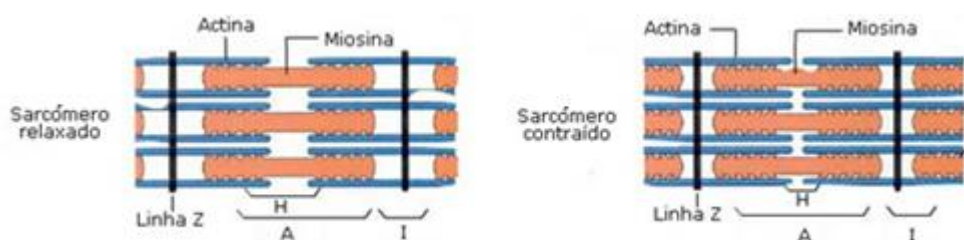


Figura 3 - Representação do músculo relaxado e contraído (adaptado de Pavlović *et al.*, 2017).

As fibras podem ser classificadas em vermelhas ou lentas, intermediárias e, brancas ou rápidas. As fibras vermelhas apresentam teores mais elevados de mioglobina, contração lenta em função do metabolismo oxidativo e baixo metabolismo glicolítico (Pearson e Young, 1989). As intermediárias combinam características que não permitem enquadrá-las nos outros dois tipos de fibras, enquanto as brancas, possuem menor quantidade de mioglobina, alto metabolismo glicolítico e contração rápida (Klont *et al.*, 1998).

Muitas mudanças físicas e químicas ocorrem no músculo quando este é convertido em carne. De acordo com Huff-Lonergan e Lonergan (2005), estas mudanças estão associadas ao manejo pré-abate e no *post-mortem*, o que influencia as características da qualidade da carne (cor, tenrura e capacidade de retenção de água).

Atualmente a determinação da qualidade da carne rege-se por análises cada vez mais objetivas. Neste contexto, para se obter uma carcaça com pouca gordura e elevado teor de músculo, testes químicos e físicos são realizados para avaliação de parâmetros específicos (pH, cor, perda de peso por cocção, força de corte, entre outros).

2.3.1. Temperatura e pH do músculo

No abate, durante o processo da sangria do animal ocorre a interrupção da circulação sanguínea e, conseqüentemente, do transporte de glicose e oxigênio ao músculo. Contudo, devido às reservas de energia presentes no músculo na forma de glicogênio, este pode manter-se em estado similar ao que possuía em vida. Neste contexto e na tentativa de o organismo manter a homeostase, ocorre a degradação do glicogênio muscular por processo anaeróbico (o músculo passa a utilizar a via anaeróbica para a obtenção de energia), com

formação de ácido láctico, que ao acumular-se no músculo provoca a descida do pH muscular (Maltin *et al.*, 2003).

No período de arrefecimento das carcaças, a redução do pH e da temperatura, juntamente com outras mudanças bioquímicas, levam ao desenvolvimento do *rigor mortis*, processo que influencia diretamente a qualidade da carne. Este fenómeno surge após o abate do animal, a partir do momento em que os músculos da carcaça se tornam inextensíveis. O período para o estabelecimento do *rigor mortis* é variável em função da quantidade de reservas de energia (glicogénio) que o animal possuía antes do abate, ou seja, se a quantidade de energia acumulada for reduzida rapidamente, o declínio do pH será gradativo e, conseqüentemente, mais lento será o estabelecimento do *rigor mortis* (Luchiari Filho, 2000).

No animal vivo o pH muscular varia de 7,3 a 7,5 (Zeola *et al.*, 2002). Na carne ovina, o pH final atinge valores entre 5,5 a 5,8 entre 12 a 24 horas após o abate (Silva Sobrinho, 2005), valores em que ocorre a inibição enzimática e a glicólise anaeróbica paralisa (Osório *et al.*, 1998). Na transformação do músculo em carne a velocidade da queda do pH *post mortem* é, portanto, um dos fatores mais importantes, pois a qualidade da carne no final e dos produtos preparados a partir dela dependem do seu valor (Pardi *et al.*, 1993).

Neste contexto, é importante entender os efeitos do manejo pré-abate sobre a qualidade da carne. Exercícios exaustivos, a fadiga, o medo, maus tratos e o transporte são fatores que aumentam a frequência respiratória, causando a aceleração do metabolismo e, conseqüentemente, a diminuição das reservas de glicogénio (Pardi *et al.*, 2001). Desta forma, realça-se a importância do bem-estar nos momentos que antecedem o abate para se obter um produto final de boa qualidade (Alves, *et al.*, 2016).

Quando as carcaças são submetidas a temperaturas próximas de 0°C logo após o abate, a temperatura do músculo é reduzida rapidamente, a desnaturação proteica é minimizada e a proliferação de microrganismos é inibida (Aberle *et al.*, 2012). Conseqüentemente, o músculo apresenta uma temperatura baixa antes da instalação do *rigor mortis*, permitindo assim a ocorrência dos fenómenos de encurtamento pelo frio (Costa *et al.*, 2006). O encurtamento pelo frio (*cold shortening*) ocorre quando a temperatura interna do músculo atinge 10 °C e o pH se encontra ainda a valores cerca de 6,0 a 6,2, isto é, ainda existe muita energia no músculo para ocorrer a contração muscular característica da instalação do *rigor mortis* (Aberle *et al.*, 2012). Este fato está relacionado com o aumento dos níveis intracelulares do ião Ca^{2+} , devido à incapacidade do retículo sarcoplasmático e das mitocôndrias em remover o excesso desses catiões libertados do sarcoplasma. O encurtamento do músculo *pré-rigor* caracteriza uma perda de grande parte da capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, perda da tenrura duas a três vezes maiores do que no encurtamento pelo *rigor mortis* ocorrido em condições normais (Prates, 2000).

No que concerne ao declínio do pH, quando ocorre a glicólise *post mortem* muito rápida e o pH atinge valores inferiores a 6,0 durante a primeira hora do abate com a temperatura do músculo ainda elevada (aproximadamente 35°C), obtém-se uma carne potencialmente pálida, flácida e exsudativa (PSE – *pale, soft, exsudative*), podendo atingir o pH final nos 15 a 20 minutos *post mortem*. Entretanto, para evitar uma carne PSE, recomenda-se um bom manejo dos animais durante o transporte e o abate. Todavia, se o pH diminuir pouco após as primeiras horas do abate e permanecer com valores acima de 6,0 completadas as 24 horas *post mortem*, obtém-se uma carne escura, firme e seca (DFD - *dark, firm, dry*), que é caracterizada por elevada capacidade de retenção de água e coloração castanha, podendo ser limitada com boas práticas de manejo durante o transporte e abate, permitindo preservar as reservas de glicogénio muscular, tornando mais fácil o declínio do pH e aumentando a vida de prateleira (Apple *et al.*, 1995). A Figura 4 apresenta o declínio do pH de uma carne normal, PSE e DFD.

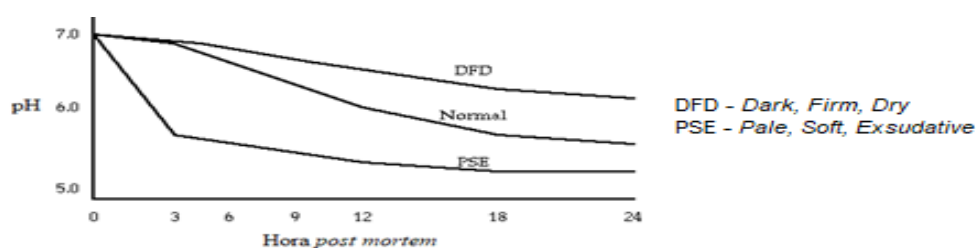


Figura 4 - Representação do declínio do pH de uma carne normal x carne PSE x carne DFD (adaptada de Apple, 1995).

Como já referido, o pH final do músculo *post mortem*, exerce influência sobre vários aspetos na qualidade da carne, nomeadamente na capacidade de retenção de água (CRA), na perda de peso por cocção (PPC) e na força de corte (FC) (Sanfelice *et al.*, 2010). Alguns autores também referem o impacto do pH final nas propriedades organoléticas, tais como: tenrura, suculência, sabor, aroma e cor (Devine *et al.*, 1983). Segundo Walter (1975), o pH final baixo indica fibrilas musculares mais distantes (ponto isoelétrico das proteínas), com difração da luz, reduzindo a intensidade da cor. Por outro lado, as fibras musculares com pH final elevado (a partir de pH 6,2) ficam distendidas no meio cárneo, formando uma barreira à difusão de oxigénio e à absorção da luz.

2.3.2. Cor da carne

A cor é o principal factor de apreciação na qualidade sensorial da carne pelos consumidores. A cor da carne indica a concentração total de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo) e pelas proporções relativas desse pigmento no tecido muscular, que pode ser encontrado na forma de mioglobina reduzida, oximioglobina e metamioglobina (Costa *et al.*, 2011).

A carne fresca, imediatamente após o corte na ausência de oxigênio (O_2), tem a cor púrpura da mioglobina reduzida que contém o ião ferro no estado ferroso (Fe^{+2}), e que se caracteriza pela ausência de ligação do grupo heme (Mancini e Hunt, 2005). Quando exposta ao oxigênio, a mioglobina ferrosa é oxigenada, formando a oximioglobina (pela ligação do oxigênio molecular) (Brewer, 2004; Mancini e Hunt, 2005). A oximioglobina atribui uma coloração vermelho-cereja brilhante às carnes frescas, sendo estas as que têm maior aceitação por parte dos consumidores (Carpenter *et al.*, 2001), ou seja, as consideradas mais atrativas e com qualidade superior.

A coloração da carne depende, em grande parte, da fisiologia e da bioquímica dos músculos nas horas que antecedem o abate e logo após o mesmo. Qualquer situação de *stress* que se observe pode causar variação das reservas de glicogênio e, conseqüentemente, alteração no pH final do tecido muscular. Assim, a palidez da carne ocorre devido a uma grande proporção de água livre nos tecidos, combinada com o efeito direto do pH baixo nos pigmentos (aceleração da taxa de oxidação da mioglobina) e uma desnaturação excessiva das proteínas durante o período inicial *post mortem*. A água livre aumenta a reflexão da luz incidente, reduzindo assim a intensidade da cor (Kim e Hunt, 2011), ou seja, animais que sofreram *stress* antes do abate, como mistura com outras espécies, rampas muito inclinadas, utilização de choque-elétrico, entre outras situações que podem resultar no aumento dos níveis de adrenalina, a produção de ácido láctico é muito rápida, podendo ocasionar um aumento da dispersão de luz e, conseqüentemente, provocará a palidez da carne (característica da carne PSE) (MacDougall, 1994).

Para os animais que chegam ao abate após um período de *stress* prolongado, ou que passaram muito tempo em jejum, a queda de pH é incompleta – as suas reservas de glicogênio muscular serão inferiores e o pH irá permanecer, após 24 horas do abate, acima de 6,0. Quando o pH permanece neste valor, significa que as proteínas miofibrilares ficaram muito acima de seu ponto isoelétrico, aumentando o número de cargas positivas das proteínas. Deste modo, a água irá ligar-se às proteínas miofibrilares, aumentando a capacidade de retenção de água da carne, e por isso, a luz é pouco refletida, dando uma aparência escura à carne (como ocorre na carne DFD) (Apple *et al.* (1995).

Na literatura são apresentados diversos métodos para a medição da cor. Neste contexto, e com o objetivo de facilitar a comparação entre as suas variáveis, a *Commission Internationale d'Éclairage* (CIE) recomenda a utilização da escala de cor CIE ($L^* a^* b^*$), que identifica a cor de um objeto ou uma fonte de luz usando uma notação numérica (CIE, 1976). É um método que se baseia num esquema tridimensional, em que L^* (luminosidade) representa uma escala com variação de valores entre 0 (preto) e 100 (branco), e a^* e b^* (eixos qualitativos). Assim, tem-se o eixo a^* : positivo representa a maior intensidade de vermelho e negativo com a contribuição do verde. No outro eixo, tem-se b^* : positivo, que representa maior

intensidade de amarelo e negativo com a contribuição do azul, conforme demonstra a Figura 5. Os valores de a^* e de b^* podem variar entre +60 (vermelho e amarelo, respetivamente) e – 60 (verde e azul, respetivamente) (AMSA, 2012).

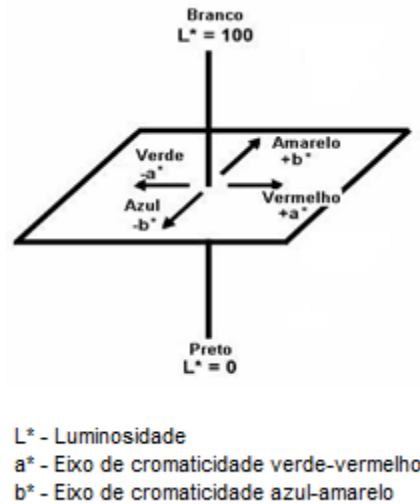


Figura 5 - Representação tridimensional do sistema CIE Lab (CIE, 1976).

As coordenadas de cromaticidade podem ainda ser usadas para calcular o tom (*hue*) e a saturação (*chroma*). O tom corresponde ao que vulgarmente é designado por cor, sendo função do comprimento de onda de luz refletida (Equação 1), enquanto que, a saturação indica o grau de pureza da cor, isto é, o grau de desvio para o cinzento (Equação 2) (Murray, 1995).

$$\text{Tom (H)} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

$$\text{Saturação (C)} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

De acordo com Miltenburg *et al.* (1992) quanto maiores os valores de L^* , mais pálida é a carne, e quanto maiores os valores de a^* e b^* mais vermelha e amarela, respetivamente. Na literatura são citadas variações de 30,03 a 49,47 para L^* , de 8,24 a 23,53 para a^* e de 3,38 a 11,10 para b^* em ovinos (Sañudo *et al.*, 2000).

2.3.3. Perda de peso por cocção

A perda de peso por cocção (PPC) é uma medida que está associada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo uma característica influenciada pela capacidade de retenção de água (CRA) nas estruturas da carne (Pardi *et al.*, 1993).

No processo de preparação da carne, alguns fatores são responsáveis pelas alterações químicas e físicas que modificam a composição química e o valor nutricional da mesma, como as formas de transferência de calor, a temperatura utilizada, a duração do processo e o meio de cocção (Garcia-Arias *et al.*, 2003).

Durante este processo, ocorre a redução da suculência da carne. Segundo Pereda *et al.* (2005), a CRA pode ser descrita como a intensidade com que a carne armazena total ou parcialmente a sua própria água ou, a capacidade em manter o conteúdo aquoso mesmo com a utilização de compressão, de impacto, de corte, de congelamento e de cocção.

A cocção torna o tecido conjuntivo mais macio pela conversão de colagénio em gelatina, ela coagula e tende a endurecer as proteínas das miofibrilas. Esses efeitos dependem de dois fatores: o tempo, sendo o mais importante para o amaciamento da carne e, a temperatura, a mais crítica para o endurecimento miofibrilar (Lawrie, 2005).

Na obtenção de carnes, quando a CRA é baixa, significa que foi consequente de um processamento errado, provocando prejuízos económicos para a indústria, uma vez que provocará uma perda de água excessiva durante o armazenamento, transporte e comercialização (Dábes, 2001). Este facto pode ser explicado, no caso de carnes vermelhas (bovina, ovina e caprina), nas quais há predominância do metabolismo aeróbio, por um encurtamento excessivo do sarcómero, oriundo de fenómenos de encurtamento pelo frio (*cold shortening*). Já em carnes brancas ou em carnes em que há um predomínio do metabolismo glicolítico (aves e suínos), ocorre uma acentuada desnaturação das proteínas miofibrilares, resultando por consequência, em carne PSE (Ramos e Gomide, 2009).

Como já referido, a queda do pH *post mortem* provoca a diminuição da CRA causando uma desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, ou seja, o número de cargas negativas. Consequentemente, este grupo não tem capacidade de atrair a água, pois somente os grupos hidrofílicos carregados a possuem (Roça, 2000).

Vários fatores estão envolvidos no processo de cocção e por isso devem ser padronizados (como o método e a velocidade de aquecimento) para a avaliação de PPC, visto que interferem ou afetam a tenrura da carne. Devem ser utilizados métodos consistentes e reproduzíveis na cocção das amostras de carne e, o mais importante, que reflitam a preparação do produto pelo consumidor em sua casa (Ramos e Gomide, 2009).

2.3.4. Força de corte

A tenrura da carne é uma das principais características de qualidade desejada pelo consumidor, podendo ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar, e sendo composta por três sensações: em primeiro lugar, a facilidade de penetração dos dentes; em segundo lugar, a facilidade com a qual a carne se fragmenta e, em terceiro lugar, a sensação de resíduo na boca após a mastigação (Maturano, 2003; Menezes *et al.*, 2009).

Vários autores avaliaram os fatores que influenciam a tenrura final da carne, entre eles, destacam-se a maturação (Culler *et al.*, 1978), a extensão da proteólise pós-abate (Dransfield, 1994), a velocidade de queda do pH, a temperatura da carne durante o *rigor mortis* (Marsh, 1977), bem como o modo de preparação. Entretanto, muitas tentativas foram feitas para desenvolver métodos de determinação da tenrura que pudessem ser comparados com as determinações subjetivas por meio dos painéis sensoriais. Dentro destes métodos, a força de corte (FC) tem sido utilizada como forma de avaliação da tenrura da carne, através do método Warner-Bratzler (Naveena *et al.*, 2011). Este, utiliza uma sonda feita de uma fina lâmina de aço de 1,016 mm de espessura, com uma fenda em forma de triângulo na sua base, que é conduzida através de uma amostra de carne cilíndrica. A força máxima necessária para cortar a amostra é avaliada e tomada como medida de tenrura da carne (Ramos e Gomide, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em parceria entre o Instituto Superior de Agronomia (ISA-ULisboa), a Faculdade de Medicina Veterinária (FMV-ULisboa), a Universidade de Évora (UÉ) e a Herdade do Freixo do Meio (HFM).

O delineamento experimental do trabalho foi realizado em função de três etapas de campo, cujas descrições e os respetivos períodos de execução são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição das etapas realizadas e do seu período de execução.

Etapas	Descrição	Períodos de execução
I	Visita a explorações de ovinos	02/2019 a 04/2019
II	Seleção da exploração	04/2019 a 05/2019
III	Trabalho de campo na exploração selecionada	05/2019 a 07/2019

No desenvolvimento das Etapas I e II foram realizadas as seguintes atividades:

- a) Diagnóstico e recolha de informação de diversas explorações de ovinos, identificadas como possíveis de participar no trabalho;
- b) Avaliação das explorações e seleção daquela que reuniu todas as condições necessárias para a realização das atividades experimentais, tais como: localização geográfica e meios logísticos necessários para o abate (tipo de camião, condutor, distância e duração do percurso).

Deste modo, o trabalho de campo foi realizado na Herdade do Freixo do Meio, localizada em Foros de Vale da Figueira, no distrito de Évora.

A herdade do Freixo do Meio possui uma área de 500 hectares e uma equipa de 30 colaboradores, e interage com o ecossistema autóctone da região, obtendo um conjunto de mais de 200 alimentos de produção própria de agricultura biológica. Estes alimentos são transformados na própria herdade e distribuídos através do Programa “*Community Supported Agriculture*” (CSA) – “Partilhar as Colheitas”. Este programa é promovido pela Cooperativa dos clientes do Freixo do Meio que tem por base o compromisso mútuo entre produtores e consumidores em viabilizar a prática agroecológica. A distribuição dos alimentos é realizada através das duas lojas físicas (uma na Herdade e outra em Lisboa) e da loja online. Neste contexto, são disponibilizados vários produtos, nomeadamente: carne de vitela, de suíno, de borrego e de frango, ovos, alimentos à base de bolota, hortícolas, frutos, cereais, leguminosas, aromáticas, pão, sopas, pré-cozinhados, azeite, vinho, sumos e vinagres (Herdade do Freixo do Meio, 2019).

A Herdade do Freixo do Meio possui um rebanho de aproximadamente 421 ovinos, nomeadamente 16 machos adultos, 305 fêmeas adultas e em média 100 borregos.

O manejo reprodutivo desta espécie baseia-se em quatro épocas de cobrição por ano, permitindo obter o maior número de animais nascidos e, consequentemente, maior rentabilidade da produção. Os borregos permanecem com a mãe até ao desmame, entre os 90 e 120 dias de idade.

Durante a Primavera e o Verão, o manejo alimentar dos ovinos é a base de pastagem natural. No entanto, nos períodos de maior carência da pastagem (Outono), os animais recebem suplementação à base de concentrado (ração biológica) e de bolota (fruto nutritivo rico em hidratos de carbono, fibra, vitaminas, compostos bioativos e proteína) uma vez que os animais são criados em sistema de Montado.

O desenvolvimento do trabalho de campo (Etapa III) foi delineado em função de quatro fases (Figura 6):

Fase I: Seleção dos animais;

Fase II: Transporte dos animais para o matadouro;

Fase III: Abate dos animais;

Fase IV: Análises laboratoriais da qualidade da carne na FMV.

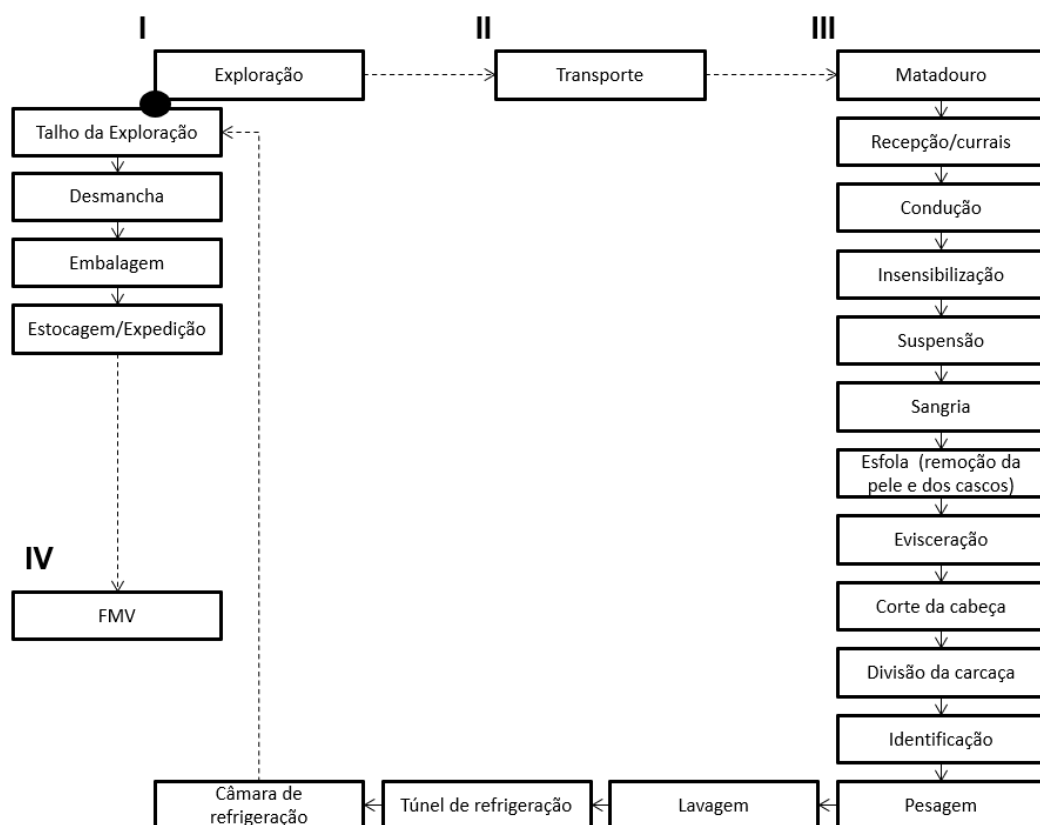


Figura 6 - Esquema do delineamento experimental utilizado no trabalho de campo.

3.1. Fase I – Seleção dos animais

Na Fase I foram selecionados pelo produtor 36 borregos da raça Merino Preta, por critérios de abate (idade e peso). Os animais tinham idade entre 120 e 150 dias e peso vivo entre 22 e 39 kg, aproximadamente. Do total de animais selecionados, foram descartados seis, devido a problemas logísticos no desenvolvimento das atividades em campo.

A seleção, a avaliação e o abate dos animais ocorreram semanalmente, com lotes compostos por 3 borregos, totalizando 10 semanas (não consecutivas) de trabalho de campo.

Foi avaliado, semanalmente, o comportamento dos animais selecionados na exploração por um observador através do método de Avaliação de Comportamento Animal (Tabela 2) descrito no AWIN - Welfare Assessment Protocol for Sheep (2015), com base em 20 descritores. De modo a facilitar o registo confiável nas condições experimentais presentes no manejo de bovinos de corte no Brasil e, com base no Animal Quality Protocol® - Assessment System (Welfare Quality®, 2009), Sant'Anna e Paranhos da Costa (2013) diminuíram o número de descritores para 12 (ativo, relaxado, assustado, agitado, calmo, atento, positivamente ocupado, curioso, irritado, apático, feliz e aflito). No presente trabalho foram selecionados 5 principais comportamentos com conotação emocional expressiva (medo, agitado, alerta, calmo e sociável), considerados menos subjetivos em razão das condições de manejo de pesagem dos animais, que envolveu rapidez e espaço físico limitado no curral de manejo, bem como a experiência do observador.

Tabela 2 - Avaliação do comportamento dos animais – Relação Humano/Animal (adaptado de Ruiz e Dwyer – AWIN, 2015).

Comportamento	Interpretação
Medo	A atenção está centrada num objeto ou em alguém específico, que é uma ameaça real ou percebida.
Agitado	Excesso de atividade cognitiva e/ou motora devido a tensão ou ansiedade. O animal permanece inquieto.
Alerta	Atento e vigilante.
Calmo	Tranquilo e sedado. Se fisicamente ativos, os movimentos do animal são suaves e sem pressa.
Sociável	Procura a interação com outros animais, tentando fazer parte de um rebanho e não se isola completamente.

Logo após a Avaliação de Comportamento Qualitativo foi também realizada, semanalmente, uma avaliação da distância de fuga (Figura 7) dos animais selecionados. A avaliação foi realizada dentro do estábulo, onde o funcionário da exploração se aproximou lentamente de cada borrego, sem emitir som ou gesticular. Foi utilizada uma marcação no estábulo como parâmetro para determinar o momento em que o animal iniciava o afastamento tendo sido anotada a distância. Todas as avaliações foram gravadas com o auxílio de uma

câmera fotográfica, para melhor observação. De acordo com a metodologia descrita por Hötzel *et al.* (2005), foram consideradas as seguintes possibilidades:

- distância 0 - quando o borrego permanecia imóvel;
- distância 1 - aproximação de 0 a 1 metro;
- distância 2 - aproximação de 1 a 2 metros;
- distância 3 - aproximação de 2 a 3 metros;
- distância 4 - aproximação de 3 a 4 metros;
- distância 5 - aproximação de mais de 4 metros.



Figura 7 – Representação da distância de fuga (Moura, 2014).

Com o intuito de aferir conclusões sobre o conforto térmico dos animais, foram registradas variáveis climáticas, bem como a temperatura corporal dos animais. Através de um termohigrômetro (*VEC-HTC-1* - São Paulo, Brasil) (Figura 8) foram registradas a temperatura ambiente e umidade relativa, e recorreu-se ao auxílio de um termômetro infravermelho (*Minolta Land Mini laser plus* - São Paulo, Brasil) (Figura 9) para medir a temperatura corporal dos animais. Esta medição foi feita no momento das pesagens, na região da axila dos animais (Figura 10). Foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITH), de acordo com Kelly e Bond (1971).



Figura 8 - Termohigrômetro (*VEC-HTC-1* – São Paulo, Brasil) para medição de temperatura ambiente e umidade relativa.



Figura 9 - Termómetro infravermelho (*Minolta Land Mini laser plus* – São Paulo, Brasil) para medição da temperatura animal.

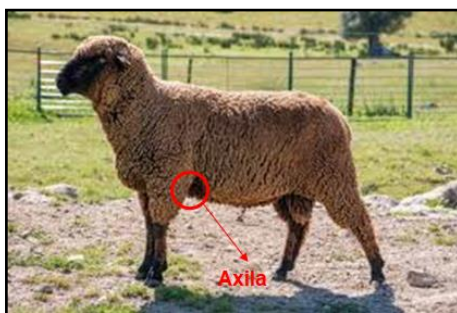


Figura 10 - Região da medição da temperatura do animal.

A reatividade dos borregos foi avaliada conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Escala numérica composta para avaliação da reatividade dos animais na exploração (adaptado de Hearnshan e Moris, 1984 e Piovezan, 1998).

Maneio	Categoria	ENC	Descrição
Pesagem	Respiração	1	Impercetível à visão e audição
		2	Percepção rítmica
		3	Ofegante
	Vocalização	0	Ausente
		1	Presente (mínimo 2 vezes)
	Movimentação	1	Parado a maior parte do tempo, sem movimentação brusca
		2	Movimentação lenta
		3	Movimentação intensa, rápida e com tentativa de fuga
	Velocidade de fuga	1	Não sai da balança, necessita de estimulação
		2	Sai da balança a caminhar
		3	Sai da balança rapidamente
Embarque	Movimentação	1	Parado a maior parte do tempo no camião, sem movimentação brusca
		2	Caminha
		3	Corre
		4	Recusa a entrada no camião, com movimentação contra a entrada
	Vocalização	0	Ausente
		1	Presente (mínimo 2 vezes dentro do camião)

As variáveis comportamentais foram observadas e registadas sempre pelo mesmo observador no momento da pesagem (na balança) e do embarque (dentro do camião), classificando a reatividade dos animais através da atribuição de escala numérica composta (ENC), conforme a Tabela 3.

3.2. Fase II – Transporte dos animais para o matadouro

Na Fase II os animais foram carregados para o veículo um a um com interação braçal, sendo posteriormente conduzidos para a Unidade Industrial de Abate e Transformação de Carnes – RAPORAL, localizada a 73,3 km de distância da exploração, na cidade do Montijo, distrito de Setúbal. A duração média do transporte foi de 90 minutos.

O transporte dos animais foi realizado no período da manhã, entre as 08h40 e as 09h30, sempre pelo mesmo condutor, num veículo próprio da exploração adaptado para o efeito. A zona de carga tinha as dimensões 410 cm x 200 cm, abertura nas laterais e era dividida em três compartimentos, onde foram alojados animais de outras espécies: cinco suínos, três ovinos e dois bovinos, conforme a Figura 11.

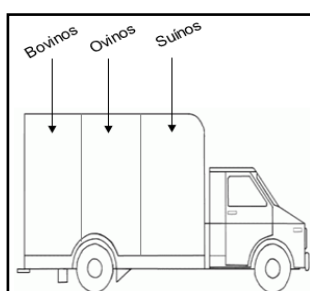


Figura 11 - Compartimentos do veículo de transporte utilizado.

De forma a determinar o efeito do *stress* térmico no percurso entre a exploração e o matadouro, foi registada a temperatura ambiente dentro do veículo a cada 15 minutos, com o auxílio de três Data Loggers (*TidbiT v2 Temp Logger - Hobbo, modelo UTBI-001 - Massachusetts, Estados Unidos*), fixados no meio e nas laterais do camião, conforme demonstra a Figura 12.



Figura 12 - Equipamento Data Logger (*TidbiT v2 Temp Logger - Hobbo, modelo UTBI-001- Massachusetts, Estados Unidos*) no interior do camião.

3.3. Fase III – Abate dos animais

À chegada ao matadouro, foram registadas a temperatura corporal dos animais, a temperatura ambiente e a humidade relativa, e foi avaliada a reatividade dos borregos. Em seguida, procedeu-se ao desembarque dos animais através de uma rampa e condução para

a zona de abegoaria, tendo sido novamente avaliada a reatividade dos animais, realizada durante 10 segundos após a entrada dos animais na baia de espera, através da atribuição da escala numérica composta (ENC) adaptada (Tabela 4).

Tabela 4 - Escala numérica composta para avaliação da reatividade dos animais no matadouro.

Maneio	Categoria	ENC	Descrição
Desembarque	Movimentação	1	Parado a maior parte do tempo no camião, sem movimentação brusca
		2	Caminha
		3	Corre
		4	Recusa a saída do camião, com movimentação contra a saída
	Vocalização	0	Ausente
		1	Presente (mínimo 2 vezes dentro do camião)
Zona de abegoaria	Movimentação	1	Calmo, parado, deitado
		2	Atento, movimentos lentos
		3	Inquieto, movimentação contínua e rápida.

Durante o período de espera pré-abate, cuja duração variou entre 05h30min e 21h00, os animais permaneceram em dieta hídrica, de acordo com os padrões adotados pelo matadouro. Posteriormente, foram conduzidos para a zona de insensibilização e abatidos. De referir que, no decorrer do trabalho foram observadas situações anómalas no matadouro, tais como a ocorrência de greves por parte dos médicos veterinários, e problemas na linha de abate, que causaram atrasos nos abates e consequentemente, maior tempo de espera pré-abate.

A linha de abate era constituída pelos seguintes procedimentos: insensibilização (por eletrochoque), suspensão, sangria, esfolagem, evisceração, corte da cabeça, divisão da carcaça (ao meio), identificação e pesagem das carcaças quentes (Figura 6).

Logo após o abate, os níveis de pH_[30] e temperatura_[30] das carcaças foram medidos no músculo *Longissimus dorsi* ao nível da 12^a vértebra torácica (Akin *et al.*, 2018), com o auxílio de um medidor de pH digital (*Meat pH meter* - HANNA).

As carcaças dos animais foram transferidas para a área de lavagem, em seguida para o túnel de arrefecimento a uma temperatura de 0°C, e posteriormente para a câmara de refrigeração (4°C), onde permaneceram durante 30 minutos de forma a medir novamente os níveis de pH_[60] e temperatura_[60]. Não foi possível realizar medições de pH e temperatura ao final de 24h após o abate no matadouro, por inacessibilidade às carcaças. As carcaças

permaneceram refrigeradas no matadouro até completarem 72 horas após o abate (período de maturação sanitária) e foram transportadas no camião com câmara de refrigeração para a Herdade do Freixo do Meio, onde se realizou a desmancha e a colheita de cerca de 50 gramas do músculo *Longissimus dorsi* ao nível da 12ª vértebra torácica, por animal (sendo 3 animais por abate), para posteriores análises qualitativas de carne.

As amostras foram embaladas individualmente sob vácuo em embalagem de Polietileno (PE) (Figura 13) e identificadas de acordo com a Figura 14 - identificação do matadouro, espécie animal, origem de abate, origem de criação, peso da carcaça, ferro (identificação da exploração), código de abate, lote, data de abate e código da amostra. Posteriormente, foram transportadas em caixa isotérmica e devidamente refrigeradas até à realização das análises (aproximadamente 14 horas).



Figura 13 - Amostras do músculo *Longissimus dorsi* (12ª vértebra torácica).



- a) Espécie animal;
- b) Origem de abate;
- c) Origem de criação;
- d) Peso da carcaça;
- e) Ferro (identificação da exploração);
- f) Código de abate;
- g) Lote;
- h) Data de abate;
- i) Código da amostra.

Figura 14 - Identificação do rótulo das amostras.

3.4. Fase IV - Análises laboratoriais da qualidade da carne na FMV

As análises de qualidade da carne decorreram no Laboratório de Tecnologia Alimentar da Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade de Lisboa, sempre ao 8º dia após o abate dos animais.

Os parâmetros analisados foram: cor, pH, perda de peso por cocção (PPC) e força de corte (FC).

3.4.1. Cor

A cor da carne foi avaliada em ambas as superfícies de cada amostra do *Longissimus dorsi*, após serem expostas à atmosfera por 60 minutos (Figura 15), com o auxílio do colorímetro (*Minolta Chroma Meter, modelo CR-300*) (Figura 16), de acordo com a metodologia do sistema CIE (1986).



Figura 15 - Amostras do *Longissimus dorsi* expostas à atmosfera.



Figura 16 - Colorímetro Minolta Chroma Meter, modelo CR-300.

Foram registados os valores L^* , a^* e b^* , obtendo-se os resultados da média aritmética das duas medições efectuadas.

As coordenadas de cromaticidade foram usadas para calcular o tom (*hue*) e a saturação (*chroma*), adotando-se a metodologia de Murray (1995) (Equação 1 e 2).

$$\text{Tom (H)} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

$$\text{Saturação (C)} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

3.4.2. pH

A medida do pH foi tomada com um potenciômetro (*HANNA Meat pH meter, modelo HI 99163*) (Figura 17), calibrado para pH 7,0 e 4,0, à temperatura ambiente.



Figura 17 - Potenciômetro (HANNA Meat pH meter, modelo HI 99163).

3.4.3. Perda de peso por cocção (PPC)

As amostras de carne do músculo *Longissimus dorsi* foram pesadas em balança semi-analítica (Gibertini, modelo E42), embaladas em sacos plásticos e cozidas no equipamento Banho-Maria a 82°C (Figura 18). Durante o cozimento, foi introduzida uma sonda de temperatura no centro térmico da amostra de músculo de modo a aferir o valor da temperatura interna (até atingir 80°C), durante 30 minutos (Wheeler *et al.*, 2004). Em seguida, as amostras foram arrefecidas à temperatura ambiente durante 60 minutos e, posteriormente, foram cuidadosamente secas com papel absorvente, de modo a remover o excesso de humidade, e novamente pesadas para determinação da PPC (Equação 3):

$$PPC = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (3)$$



Figura 18 – Procedimento de cozimento em Banho-Maria das amostras de carne.

3.4.4. Força de corte (FC)

As amostras de carne cozidas para a análise da PPC foram mantidas a 4 °C durante a noite (aproximadamente 15 horas) e no dia seguinte, foram retiradas cinco alíquotas da parte

central da amostra com 10 mm x 10 mm, que foram preparadas de modo a que os cortes fossem feitos paralelamente às fibras, e não através delas (Figura 19). A FC em cada alíquota foi feita perpendicularmente às fibras, em um texturómetro Warner-Bratzler Shear Force (TA - XT2 *Stable Micro System*) (Figura 20) tendo-se obtido os resultados da FC máxima (valor máximo registado). O valor da FC foi a média aritmética dos cinco cortes efectuados em cada amostra.



Figura 19 - Alíquotas das amostras de carne preparadas com os cortes feitos paralelamente às fibras, para determinação da força de corte.

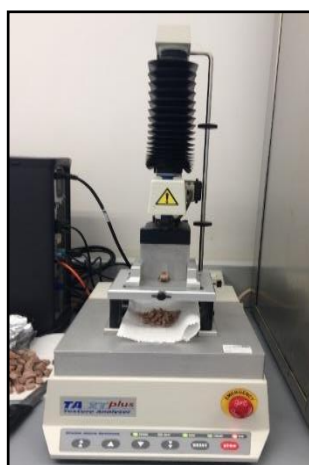


Figura 20 - Texturómetro TA - XT2 utilizado para a medição da força de corte.

3.5. Análise estatística dos resultados

Os dados obtidos no presente trabalho foram inicialmente organizados e sujeitos a análise prévia no *software* Microsoft Excel®. Para a análise estatística foi utilizado o programa *Statistical Analysis System*® (SAS, Inst. Inc., Cary, NC, USA) (SAS, 2019). Tanto as variáveis comportamentais como os parâmetros da qualidade da carne foram sujeitos a análise descritiva para cálculo de média, desvio-padrão, máximos e mínimos.

Considerando todas as variáveis do trabalho como sendo não paramétricas, foram realizados testes de correlação de Spearman.

Para a análise estatística referente às variáveis pH médio, pH_[30], pH_[60], perda de peso por cocção, força de corte e saturação, compararam-se os grupos de animais constituídos por cada categoria das variáveis de comportamento, durante o manejo. No caso de duas categorias utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon para amostras independentes ($P < 0,05$). No caso de três ou mais categorias utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$), seguida do teste não-paramétrico de Wilcoxon sempre que se verificaram diferenças significativas para $P > 0,05$ (sendo analisadas 2 a 2 categorias) (Campos, 1983).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis climáticas e temperatura dos animais

Os valores de Índices de Temperatura e Humidade (ITH) e as médias da temperatura da superfície corporal dos animais na exploração e no matadouro foram registados em cada dia de amostragem. As Figuras 21 e 22 apresentam os valores das variáveis climáticas e temperatura média dos animais.

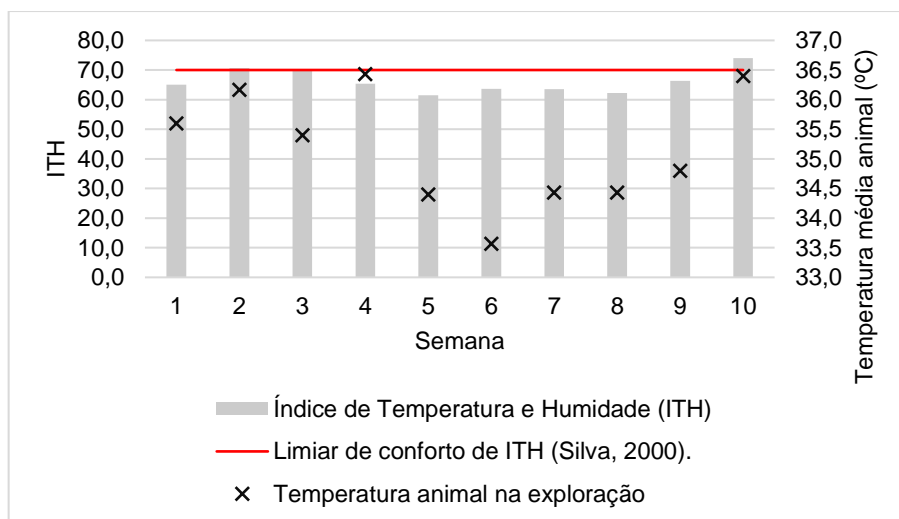


Figura 21 - Análise de conforto térmico dos animais com base nos valores de ITH e temperatura média da superfície corporal dos animais (exploração).

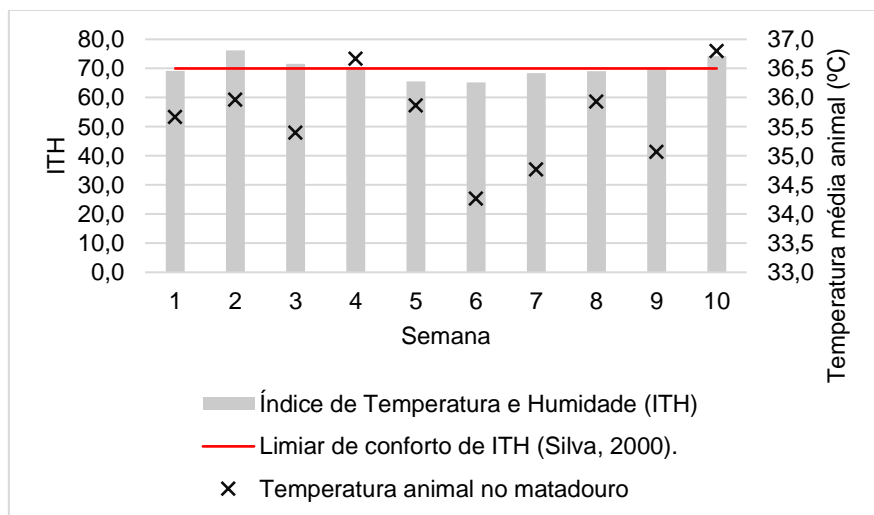


Figura 22 - Análise de conforto térmico dos animais com base nos valores de ITH e temperatura média da superfície corporal dos animais (matadouro).

Segundo descrição proposta por Silva (2000) os valores de ITH para ruminantes podem ser classificados em categorias, sendo: ≤ 70 - normal; 71-78 alerta; 79-83 perigo e ≥ 83 -

emergência. De acordo com esta classificação, ao analisar os valores do ITH na exploração, verifica-se que nos dias 2 e 10 as condições ambientais em que os animais se encontravam eram de alerta (70,6 e 74, respectivamente). As condições ambientais no matadouro foram classificadas na mesma categoria para os dias 2, 3, 4, 9 e 10 (76,2; 71,6; 70,5; 70,2; 74,3, respectivamente). No entanto, Hernandez *et al.* (2009) apresentaram as seguintes categorias: ≤ 74 normal; 75 – 78 alerta; 79 – 83 perigoso; ≥ 84 emergência, enquadrando todos os resultados do presente trabalho na categoria normal.

As temperaturas médias dos animais no momento do embarque e do desembarque foram de $35,1 \pm 1,4$ °C e $35,6 \pm 1,2$ °C, respetivamente. Ao comparar os valores registados deste parâmetro, observamos que na maioria dos dias de amostragem a temperatura da superfície corporal dos animais não apresentaram diferenças significativas ($\pm 0,5$ °C) nos dois momentos. No entanto, apenas o dia 2 diferiu dos restantes, verificando-se temperaturas mais elevadas no momento do embarque e mais baixas no momento do desembarque. Tal facto poderá ser consequência da exposição dos animais ao sol, momentos antes da seleção para o abate, não havendo tempo suficiente para dissipar o calor desde a chegada ao local de embarque até ao momento de medição da temperatura. Veríssimo *et al.* (2009) analisaram os índices das temperaturas dos animais em descanso na sombra e concluíram que os animais que ficaram expostos ao sol por uma hora, recuperaram a temperatura após uma hora de descanso à sombra. É possível observar que neste dia os valores de ITH estava acima de 70, ou seja, entre as categorias normal e alerta.

Nas semanas 4 e 10 as temperaturas da superfície corporal dos animais apresentaram valores elevados quando comparados com os demais dias, justificando a alteração do manejo, uma vez que foi utilizado um “cão de pastoreio” e a reação dos animais à esta novidade não foi positiva, pois os mesmos ficaram agitados, ocasionando lesões. Mera Araneda (2008) avaliou a utilização de cães no manejo de ovinos e constatou que o manejo foi calmo quando os cães são treinados. Porém, observou deficiência na gestão dos animais quando havia falta de treino, pois os cães tendiam a atacar as ovelhas, deixando-as mais agitadas e ocasionando lesões. Hemsworth *et al.* (2011) constataram que a utilização de cães no manejo pré-abate é uma interação aversiva para os animais, causando o aumento das concentrações de cortisol em ovinos.

Os valores mínimos, máximos e médios da temperatura ambiente no interior do camião durante o transporte nos 10 dias de estudo estão apresentados na Figura 23. A temperatura média ambiente foi de $22^\circ \pm 3,0$ °C. Este valor indica que os animais se encontravam dentro da zona de conforto térmico segundo a indicação da Diretiva Europeia EC/01/2005. Porém, o aumento da temperatura da superfície corporal dos animais na chegada do matadouro pode ser uma resposta aos desafios do transporte, estando de acordo com o estudo de Wikham *et al.* (2015), que realizaram uma avaliação comportamental qualitativa de ovinos nunca

transportados e ovinos habituados ao transporte. A temperatura da superfície corporal foi significativamente mais elevada em borregos transportados pela primeira vez quando comparado com os borregos transportados repetidamente. Esta análise é consistente com outros estudos para ovinos (Parrott *et al.*, 1999) e bovinos (Steinhardt e Thielscher, 1999; Stockmam *et al.*, 2011), que apresentaram um aumento na temperatura corporal durante o transporte.

A causa deste aumento da temperatura corporal pode ser tanto psicológica quanto física. A hipertermia de *stress* tem sido observada em ovelhas durante o transporte (Beatty *et al.*, 2008), bem como aquando da exposição a um ambiente novo (Villalba *et al.*, 2009).

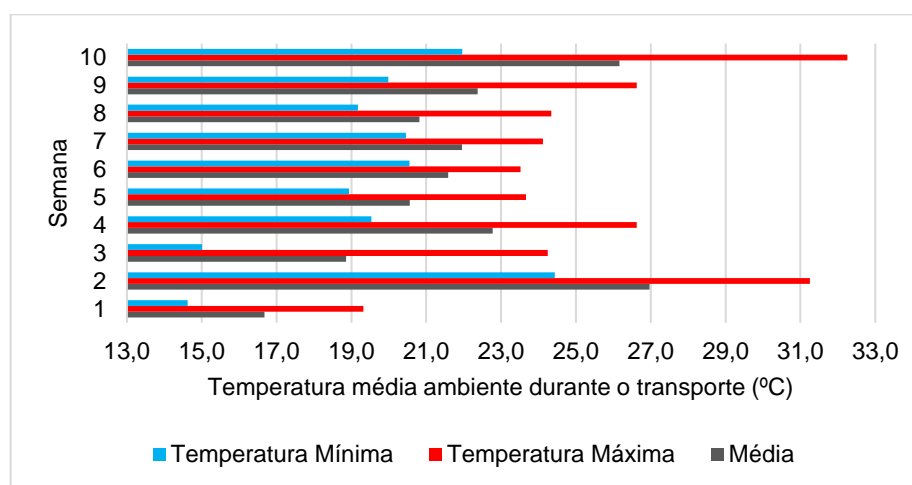


Figura 23 - Temperaturas mínimas, máximas e médias do ambiente no interior do camião durante o transporte.

4.2. Comportamento dos animais

A avaliação do comportamento dos animais na Herdade do Freixo do Meio, foi realizada de acordo com as categorias comportamentais descritas anteriormente (Tabela 2). A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos na avaliação.

Tabela 5 - Avaliação do comportamento dos animais selecionados para o abate.

Categorias	Nº de animais
Medo	24
Agitado	6
Alerta	0
Calmo	0
Sociável	0

A avaliação do comportamento dos animais mostrou que 80% dos borregos se encontravam enquadrados na categoria “medo”, estando a sua atenção centrada em algo

e/ou alguém específico e considerado por si como uma ameaça; os restantes animais (20%) foram enquadrados na categoria “agitado”, apresentando no momento da avaliação um excesso de atividade cognitiva e/ou motora devido a tensão ou a ansiedade. Este resultado poderá estar relacionado com o isolamento social dos animais uma vez que o momento da avaliação coincidiu com a primeira separação entre mães e filhos. Os borregos reagem com vocalização e aumento da locomoção ao serem isolados, sendo um factor traumático para os mesmos (Simitzis *et al.*, 2012).

Outra justificativa para estes resultados poderá estar relacionada com o sistema de produção extensivo utilizado na Herdade do Freixo do Meio, uma vez que a interação humano-animal a que os animais são sujeitos até ao momento do manejo pré-abate (condução, carregamento e embarque) é reduzida, ou seja, há pouca interação humano-animal neste sistema de produção. Waiblinger *et al.* (2006) e Hemsworth e Coleman (2010), em estudos que avaliaram a interação humano-animal, afirmaram que o medo que os borregos sentem, no momento do contato com o ser humano, afeta significativamente tanto a fisiologia do *stress* como a sua produtividade. Numa situação como estas, a utilização de mais categorias comportamentais, poderia ter-se mostrado eficiente.

Os dados referentes à distância de fuga mostraram que os animais enquadrados na categoria “medo” mantiveram uma distância superior a quatro metros (80% dos animais), tendo-se mantido os restantes a uma distância de dois metros (20%). Segundo Grandin (2001) a área efectiva da zona de fuga de cada animal em particular varia de acordo com o seu nível de violação. Esta área também depende do temperamento do animal, ou seja, o raio da zona de fuga aumenta quando o animal está com medo e/ou nervoso ou quando alguém se aproxima dele, levando de 20 a 30 minutos para voltarem ao estado normal (calmo). Animais calmos são mais fáceis de manusear, obtendo-se um raio de zona de fuga menor.

A Tabela 6 apresenta a distribuição dos animais (n=30) por categoria considerada nas variáveis comportamentais avaliadas durante o manejo (pesagem, embarque, desembarque e zona de abegoaria).

Tabela 6 - Distribuição dos animais (n=30) dentro de cada categoria das variáveis de comportamento durante o manejo (Pesagem, Embarque, Desembarque e Zona de Abegoaria).

Comportamento durante o Maneio (Pesagem), Embarque, Desembarque e Zona de Abegoaria			
Maneio/Atividade	Variáveis de Comportamento	Categoria	Nº de Animais
Pesagem	Respiração	Impercetível à visão e audição	3
		Percetível rítmica	23
		Percetível ofegante	4
	Vocalização	Ausente	25
		Presente (mínimo 2 vezes)	5
	Movimentação	Parado a maior parte do tempo, sem movimentação busca	9
		Movimentação lenta	16
		Movimentação intensa, rápida e com tentativa de fuga	5
	Velocidade de fuga	Não sai da balança, necessita de estimulação	28
		Sai da balança caminhando	2
Sai da balança rapidamente		0	
Embarque	Movimentação	Parado a maior parte do tempo no caminhão, sem movimentação brusca	3
		Caminha	21
		Corre	6
		Recusa a entrada no caminhão, com movimentação contra a entrada	0
	Vocalização	Ausente	26
		Presente (mínimo 2 vezes dentro do caminhão)	4
Desembarque	Movimentação	Parado a maior parte do tempo no caminhão, sem movimentação brusca	4
		Caminha	15
		Corre	3
		Recusa a saída do caminhão, com movimentação contra a saída	8
	Vocalização	Ausente	30
		Presente (mínimo 2 vezes dentro do caminhão)	0
Zona de abegoaria	Movimentação	Calmo, parado, deitado	0
		Atento, movimentos lentos	27
		Inquieto, movimentação continua e rápida	3

De acordo com a Tabela 6 verificou-se que em todas as variáveis de comportamento avaliadas o resultado concentrou-se maioritariamente em uma categoria. No caso da pesagem, foi observado que relativamente à respiração, 76% dos animais foram classificados

com respiração perceptível rítmica, 83% tiveram vocalização presente, 53% movimentação lenta e 93% não saíram da balança sem estímulo. No embarque para as duas categorias de comportamento observadas “movimentação e vocalização”, 70% dos animais caminharam após serem colocados dentro do caminhão e 86% não apresentaram vocalização.

À chegada ao matadouro, no desembarque, 50% dos animais saíram a caminhar, 26% recusaram-se a sair (mostraram resistência), 13% ficaram parados a maior parte do tempo no caminhão, sem movimentação brusca, e apenas 10% correram. Já na zona de abegoaria, 90% dos animais estiveram atentos e com movimentos lentos.

Devido à distribuição concentrada majoritariamente em uma categoria estes resultados retiraram potência aos diversos testes estatísticos utilizados, entre eles, a relação do comportamento dos borregos com os parâmetros da qualidade da carne avaliados.

4.3. Qualidade da carne

As análises da qualidade da carne foram realizadas a partir das amostras obtidas dos borregos abatidos, com peso vivo médio de $31,0 \pm 3,7$ kg. Os animais abatidos apresentaram um peso médio de carcaça de $13,2 \pm 1,6$ kg, correspondendo a um rendimento de carcaça quente de 43% (mínimo de 36% e máximo de 47%). O rendimento de carcaça obtido no presente estudo é inferior ao descrito por Tonetto *et al.* (2004) que encontrou valores de peso de carcaça quente de 15,7 kg e rendimento de carcaça quente de 50,2% para animais Ile de France x Texel alimentados com pastagem natural suplementada. Tais resultados estão de acordo com os de Santos *et al.* (2004), que obtiveram valores de peso de carcaça quente de 13,3 kg e rendimento de carcaça quente de 47,6% para animais da raça Santa Inês. Essa variação nos resultados verificados no presente estudo comparados aos da literatura estão associados aos diferentes tipos raciais e ao peso de abate desses animais, que variam de 31 a 45 kg.

A Tabela 7 exibe o valor médio e desvio-padrão dos parâmetros analisados nas carcaças e nas amostras para a qualidade da carne.

Tabela 7 - Parâmetros das carcaças e das amostras para a qualidade da carne (média e desvio-padrão).

Parâmetros	n	Média $\pm \sigma$
Carcaça		
pH _[30]	21	7,87 \pm 0,38
pH _[60]	18	7,21 \pm 0,63
Amostra		
pH da carne [†]	30	5,60 \pm 0,10
PPC, (%)	30	25,76 \pm 1,96
FC, (kg)	30	4,44 \pm 1,60
Cor		
L*	30	36,84 \pm 1,99
a*	30	14,13 \pm 1,58
b*	30	1,18 \pm 1,07
Tom	30	12,09 \pm 26,61
Saturação	30	14,21 \pm 1,61

[†] medido no 8º dia após o abate; σ : desvio-padrão.

De acordo com a classificação descrita por Watanabe *et al.* (1996), a carne de borrego pode ser classificada segundo o seu valor de pH [normal ou baixo (<5,8), intermédio (5,8-6,3) e alto (>6,3)]. Neste contexto, a carne analisada no presente estudo enquadrou-se como normal (5,60 \pm 0,10), ou seja, provavelmente a concentração de glicogénio muscular no momento do abate foi suficiente, não comprometendo a descida do pH (Cornforth, 1994). Estes resultados estão de acordo com o descrito por Pardi *et al.* (1993) e Osório *et al.* (1998), que afirmam que o valor do pH após 24 horas do abate (pH final), se situa entre 5,5 a 5,8. Quando atinge esses valores significa que ocorre inibição enzimática e a glicólise anaeróbica cessa. Pantanalli (2008), num estudo em que caracterizou 27.697 carcaças de borrego através da medição do pH da perna (entre o músculo *semimembranosus* e os músculos *semitendinosos*), constatou que 67% das carcaças tinham pH normal (<5,8), 32,9% intermediário (entre 5,8 e 6,3), e apenas 0,1% apresentaram pH alto (>6,3).

No que concerne ao parâmetro cor, a classificação da carne no presente estudo foi considerada normal. Este resultado era esperado, uma vez que a cor é influenciada pelo pH e, carne exposta ao ar e com uma coloração normal vermelha, está associada a valores de pH final próximos de 5,5 (Cornforth, 1994).

O valor médio de PPC foi de 25,76%, semelhante ao encontrado por Gularte *et al.* (2001), que relataram valores médios de 26% em ovinos.

Segundo Luchiari Filho (2005) os valores de PPC de aproximadamente 20% são considerados ideais, uma vez que provém de animais sem *stress* e que apresenta condições

de estocagem e armazenamento adequados, bem como valores de pH e temperatura. Silva Sobrinho *et al.* (2005), encontraram valores altos de PPC (entre 37,96% a 38,88%) no músculo *Semimembranosus* de cordeiros cruzados da raça Santa Inês. Valores superiores a 35% não são desejáveis, pois indicam que a carne perde muita água no cozimento, o que resulta em carnes mais duras e com menor grau de suculência. Entretanto, no estudo de Santello *et al.* (2006) a média de PPC foi inferior (19,55%) em cordeiros cruzados das raças Santa Inês x Dorper. Sendo assim, podemos afirmar que no presente trabalho os valores de PPC foram adequados quando comparados com os estudos de Silva Sobrinho (2005).

Segundo Ekiz *et al.* (2012) o nível de PPC está relacionado com o pH final da carne, sendo que pH elevado (>6,5) diminui o grau de perda de água durante o cozimento, enquanto uma rápida queda aumenta essa perda. As variações dos valores de PPC e o nível de pH final é influenciado por uma combinação de muitos fatores, incluindo o manejo pré-abate, o nível de glicogénio, fisiologia muscular e o armazenamento da carcaça (Gregory, 1998).

Baseando-se na escala proposta por Bickerstaffe *et al.* (2001), ao estratificar a textura da carne de lombo de borregos utilizando dados gerados por análise sensorial e mensuração instrumental da FC, as médias obtidas neste estudo ($4,44 \pm 1,60$ kg) enquadram-se na categoria de carne muito macia, cuja FC < 5kg. Estes resultados eram esperados uma vez que a idade ao abate de borregos é um fator de variação da tenrura da carne (Silva Sobrinho *et al.*, 2005; Rota *et al.*, 2006). Tal facto, é associado ao tecido conectivo que confere resistência ao músculo e aos tendões, constituído principalmente pelo colagénio. Segundo Cranwell *et al.* (1996), o colagénio total é relativamente constante nos animais nas diferentes idades, no entanto, com o aumento da idade, o tecido conectivo torna-se mais resistente e estável, conferindo à carne maior resistência ao seu corte.

Para o total de amostras analisadas (n=30) os valores de composição da cor variaram: para o valor L* de 33,11 a 41,15, para o valor a* 11,06 a 17,38 e, para o valor b* de -0,82 a 3,37. Em ovinos são citadas variações de 30,03 a 49,47 para o valor de L*, de 8,24 a 23,53 para o valor de a* e de 3,38 a 11,10 para o valor de b* (Sañudo *et al.*, 2000), pelo que, podemos afirmar que os resultados obtidos estão de acordo com a bibliografia.

Souza *et al.* (2004) ao avaliarem a cor da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de borregos abatidos aos 25 kg de peso-vivo, encontraram valores de L* de 33,64. Estes autores também citaram que é comum valores de L* mais altos em borregos abatidos jovens (25 kg de peso vivo), pois estes apresentam maior quantidade de água e menor de gordura, quando comparados à animais mais velhos, os quais modificam a composição centesimal da carne, prevalecendo maior deposição de gordura e em proporção menor, a quantidade de água no tecido muscular, resultando em carne com L* menos elevada, ou seja, mais escura. Bragança (2017), num estudo com bovinos obteve valores semelhantes (L* = 34,74; a* = 15,00

e $b^* = 1,65$). Miltenburg *et al.* (1992) afirmam que quanto maiores os valores de L^* , mais pálida é a carne de ovinos, e quanto maiores os valores de a^* e b^* mais vermelha e amarela, respectivamente.

Zhang *et al.* (2005) constataram que elevados valores de pH estão associados a valores mais baixos de L^* , a^* , b^* e saturação, na gama dos castanhos da carne, ou seja, carnes com pH mais altos do que é normal, são mais escuras, mas apresentam um índice de vermelhos mais baixo. A cor parece também estar associada à raça, ao sistema de produção, à idade e à dieta dos animais. Esta última por interferir na relação entre os lípidos e a oxidação dos pigmentos da carne. No que diz respeito ao sistema de produção (intensivo vs extensivo), a sua influência parece fazer sentir-se por implicar maior ou menor atividade física e consequente alteração do tipo de fibras musculares e seu metabolismo (Mancini e Hunt, 2005), visto que animais em pastoreio têm maior atividade física e, consequentemente, maior número de fibras vermelhas, as quais são mais ricas em mioglobina.

Nas tabelas abaixo são apresentados os coeficientes de correlação de postos de Spearman entre temperaturas ambiente no interior do caminhão durante o transporte e dos animais na exploração e matadouro com os parâmetros da carne (Tabela 8) e entre os tempos de espera do embarque ao abate dos animais com os parâmetros da carne (Tabela 9).

Tabela 8 - Coeficientes de correlação de postos de Spearman a temperatura média do caminhão do transporte, temperatura dos animais no momento do embarque e desembarque com os parâmetros da qualidade da carne.

Parâmetros	Temperaturas (°C)		
	Transporte	Animal (exploração)	Animal (matadouro)
pH da carne [†]	0,68	-0,07	-0,04
PPC, (%)	-0,04	-0,30	-0,46
FC, (kg)	-0,01	-0,08	-0,32
Cor			
L^*	-0,10	0,04	-0,08
a^*	-0,11	0,12	0,25
b^*	-0,03	0,38	0,51
Saturação	-0,11	0,14	0,26

[†] medido no 8º dia após o abate.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação de postos de Spearman dos tempos de espera dos animais desde que ocorre o embarque até ao abate com os parâmetros da qualidade da carne.

Parâmetros	T. camião	T. pré-abate	T. total
pH da carne [†]	0,22	-0,04	---
PPC, (%)	-0,10	-0,13	-0,17
FC, (kg)	0,06	-0,14	-0,03
Cor			
L*	-0,12	-0,10	-0,23
a*	0,13	0,10	0,02
b*	-0,07	0,14	-0,06
Saturação	0,10	0,08	---

[†] pH da amostra *Longissimus dorsi* medido no 8º dia após o abate; T. camião: Tempo de espera no interior do camião; T. pré-abate: Tempo de espera no pré-abate; T. total: Tempo de espera total.

De acordo com os testes não-paramétricos de Spearman (Anexo 1), pode-se observar correlação forte positiva entre a temperatura média interna do camião durante o transporte e o pH da carne. Embora neste estudo tenha apresentado esta correlação, estudos comprovam que os animais em *stress* térmico apresentam aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória e, conseqüentemente aumenta os níveis séricos de cortisol plasmático, ocasionando uma rápida queda no pH muscular *post-mortem* (Warris *et al.*, 1998; Ludke, 2008;), ou seja, o pH da carne pode ter sofrido influência por outros fatores, nomeadamente o tempo e a temperatura de armazenamento da carne.

Para os outros parâmetros, a temperatura média dos animais no matadouro foi o que mostrou mais correlações. Observa-se correlações moderadas negativas com a PPC e a FC e correlação positiva com os valores de b*. Tais correlações podem ser explicadas pelo facto de que os animais que são submetidos ao *stress* pré-abate apresentam menor reserva de glicogénio muscular, comprometendo o pH final do músculo (Devine *et al.*, 1993 e Apple *et al.*, 1995). Rivaroli *et al.* (2016) e Eiras *et al.* (2016), afirmam que o pH final do músculo exerce influência sobre aspectos relacionados com a qualidade da carne, como capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de corte (FC), bem como a coloração da carne. Neste contexto, é importante que o período de descanso dos animais antes do abate seja respeitado para que ocorra o restabelecimento de parte das reservas de glicogénio muscular (Thornton, 1969).

Embora no presente trabalho não tenha sido analisado os níveis de cortisol dos animais após o transporte, estudos já realizados mostram que o tempo de espera pré-abate no matadouro é um fator que influencia a qualidade da carne. Tadich *et al.* (2009) avaliaram a concentração de cortisol sanguíneo de borregos antes e após o transporte e encontraram um aumento significativo depois do transporte. Broom e Fraser (2007), monitoraram essa

hormona durante o manejo pré-abate e encontraram um aumento nos níveis séricos logo após o embarque e durante o transporte de ovinos. Tadich *et al.* (2009) constatou que o *stress* proporcionado durante o transporte pode ser recuperado após 10 horas de espera, diminuindo o cortisol durante este período. Neste contexto, não houve diferença significativa entre o tempo de espera e parâmetros analisados da qualidade da carne, podendo afirmar que o tempo de espera pré-abate foi suficiente para reestabelecer os níveis de glicogénio muscular.

4.4. Características da qualidade da carne em relação ao comportamento animal

A Tabela 10 apresenta os valores p para as análises estatísticas que mostraram diferenças significativas. As restantes variáveis estão apresentadas em anexos.

Tabela 10 - Valores p dos testes de comparações entre categorias das variáveis de comportamento para as variáveis $\text{pH}_{[30]}$, $\text{pH}_{[60]}$, pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Comportamental Categoria	$\text{pH}_{[30]}$	$\text{pH}_{[60]}$	pH da carne [†]	PPC	FC	Saturação
Pesagem				-		
Respiração	0,489	0,885	0,543	0,126	0,669	0,995
Vocalização	0,763	0,260	0,956	0,934	0,978	0,359
Movimentação	0,703	0,511	0,741	0,015 ^a	0,409	0,093
Velocidade de fuga	0,764	n.d.	0,061	1,000	0,183	0,067
Embarque						
Vocalização	0,347	0,049 ^b	0,522	0,059	0,180	0,077
Movimentação	0,499	0,206	0,863	0,488	0,805	0,848
Desembarque				-		
Movimentação	0,210	0,344	0,009 ^c	0,521	0,168	0,014 ^c
Zona de Abegoaria				-		
Movimentação	n.d.	0,038 ^d	0,782	0,201	0,090	0,604

[†] medido no 8º dia após o abate; ^a ver Anexo 2; ^b ver Anexo 3; ^c ver Anexo 4; ^d ver Anexo 5; **n.d.** não determinado;

Valores que apresentam letras (^a, ^b, ^c, ^d) apresentam diferença significativa para $p < 0,05$.

Os resultados obtidos através dos testes de comparações entre as categorias das variáveis de comportamento e as variáveis da qualidade da carne mostraram diferenças significativas entre si. Neste contexto, embora o n total seja baixo, foi possível encontrar alguns parâmetros com diferenças significativas. Assim, observou-se:

- a) A existência de diferenças significativas para as médias do $\text{pH}_{[60]}$ e a vocalização no embarque, e na movimentação na zona de abegoaria, no entanto, face ao número de valores analisados neste parâmetro de análise de carne ($n=18$), os resultados perdem potência (função de *missing values*).
 - i. O $\text{pH}_{[60]}$ dos animais que apresentaram vocalização no embarque ($7,74 \pm 0,08$) foi superior ao $\text{pH}_{[60]}$ dos animais que não vocalizam ($7,06 \pm 0,17$).
 - ii. O $\text{pH}_{[60]}$ dos animais que apresentaram movimentos lentos na zona de abegoaria ($7,38 \pm 0,14$) foi superior ao $\text{pH}_{[60]}$ dos animais que se mostraram inquietos, com movimentação contínua ou rápida ($6,39 \pm 0,06$), variação de 13,4%. Não foram observados animais calmos nessa zona.

- b) A existência de diferenças significativas para as médias do pH da carne e a movimentação aquando do desembarque.
- O pH da carne dos animais que recusaram (mostraram resistência) o desembarque ($5,69 \pm 0,04$) foi superior ao pH da carne dos animais que ficaram parados a maior parte do tempo no camião, sem movimentação brusca no desembarque ($5,52 \pm 0,00$);
 - O pH da carne dos animais que recusaram o desembarque ($5,69 \pm 0,04$) foi superior ao pH da carne dos animais que correram no desembarque ($5,52 \pm 0,01$).
- c) A existência de diferenças significativas para as médias das PPC no tipo de movimento no momento da pesagem.
- As PPC da carne dos animais que apresentaram movimentação intensa e/ou rápida ($23,58 \pm 0,82$ %) foram inferiores às PPC dos animais que apresentaram movimento lento ou ficaram parados ($26,52 \pm 0,37$ e $25,63 \pm 0,67$ %, respetivamente).
- d) Existem diferenças significativas para as médias da saturação da carne no tipo de movimento aquando do desembarque.
- A saturação média dos animais que correram no desembarque ($15,92 \pm 0,24$) foi superior à saturação média dos animais que ficaram parados no desembarque ($12,43 \pm 0,59$) ou que caminharam ($14,54 \pm 0,35$).
- e) Não existem correlações significativas entre a saturação e as restantes variáveis (pH_[30], pH_[60], pH da carne e força de corte).
- f) Não existem correlações significativas entre a força de corte e as restantes variáveis (pH_[30], pH_[60], pH da carne e saturação).
- g) Entre os valores de pH existem correlações significativas entre pH da carne (coeficiente de correlação de Spearman $r_s=0,72$; $p<0,001$) e entre pH_[30] e pH_[60] (coeficiente de correlação de Spearman $r_s=0,73$; $p=0,008$).

A maioria das comparações realizadas indicam que os efeitos das mudanças às quais o animal é submetido no manejo pré-abate pode influenciar o seu comportamento.

Animais jovens são muito sensíveis a novas experiências e estas podem causar mudanças no sistema de resposta ao *stress* e emotividade (Anisman *et al.*, 1998). Nos borregos, isolamento da mãe e/ou do grupo, bem como a mudança para um ambiente novo são fatores que causam *stress*, sendo este a principal causa da diminuição das reservas de

glicogénio muscular e, consequentemente pode levar a alterações no pH da carne (Wulf *et al.*, 2002). Tal facto explica a rápida queda no pH *post-mortem* quando os animais se mostraram mais agitados e com presença de vocalização no embarque e na zona de abegoaria (Rocha e Silva *et al.* 2018). Segundo Romeyer e Bouissou (1992) os ovinos são caracterizados por uma forte tendência social e, devido a este comportamento reagem ao isolamento social com vocalizações e aumento da locomoção, com o objetivo de manter contacto com os outros animais, sendo estes indicadores confiáveis para estimar respostas de *stress* nos ovinos. O comportamento dos animais auxilia na identificação de possíveis situações que podem causar sofrimento ou angústia e problemas associados ao bem-estar devido ao manejo na produção (Boivin e Braastad, 1996).

Ekiz *et al.* (2009) afirma que animais mais stressados originam carnes com o pH final alto e, quanto mais elevado for o pH final da carne, menor será a PPC. Esta afirmação valida os resultados obtidos no presente estudo e está de acordo com outros autores que relatam que o aumento da PPC de amostras de carne, ocorre devido a taxas aceleradas de declínio do pH após o abate (Cañeque *et al.*, 2001; Santos-Silva e Portugal, 2001), ou um baixo valor final de pH (Dhanda *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2007).

5. CONCLUSÕES

No presente estudo, embora o número de ovinos da raça Merino Preto observado tenha sido relativamente baixo, foi possível observar a existência de uma correlação moderada entre diferentes temperamentos e formas de lidar com as situações às quais os animais foram sujeitos, e a qualidade da carne, uma vez que foram observadas diferenças significativas entre algumas variáveis, (pH da carne, perdas de peso por cozimento e saturação da carne).

A qualidade final da carne está principalmente relacionada com o *stress* e o tempo de descanso a que os animais são submetidos antes do abate.

O transporte é uma das etapas mais críticas na cadeia produtiva de carnes que deve ser considerado, uma vez que é o momento onde os animais são sujeitos a diversos fatores stressantes. Estes, podem afetar a fisiologia e o comportamento do animal, podendo ainda, comprometer a qualidade do produto final.

O conhecimento das questões relacionadas aos fatores que influenciam o bem-estar dos ovinos é fundamental para garantir uma melhor precisão das avaliações comportamentais e fisiológicas medidas. Neste sentido, algumas análises específicas, como o nível de cortisol plasmático e glicogénio deverão acompanhar este tipo de trabalho de forma a auxiliar a avaliação do nível de *stress* a que os animais são sujeitos na fase pré-abate.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aberle, E.D., Forreest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W. 2012. Principles of meat science – Includes color plates. 5th Edition. Kendall Hunt Publishing Company, p. 1-426.
- Akin, P.D., Yilmaz, A., Ekiz, B. 2018. Effects of stocking density on stress responses and meat quality characteristics of lambs transported for 45 minutes or 3 hours. *Small Ruminant Research*, v. 169, p. 134–139.
- Alberto, F.J., Boyer, F., Orozco-Wengel, P., Streeter, I., Servin, B., Villemereuil, P., Barbato, B., Librado, P., Biscarini, F., Colli, L., Barbato, M., Zamani, W., Alberti, A., Engelen, S., Stella, A., Joost, S., Ajmone-Marsan, P., Negrini, R., Orlando, L., Rezaei, H.R., Naderi, S., Clarke, L., Flicek, P., Wincker, P., Coissac, E., Kijas, J., Tosser-Klopp, G., Chikhi, A., Bruford, M.W., Taberlet, P., Pompanon, F.. 2018. Convergent genomic signatures of domestication in sheep and goats. *Nature Communications*, v. 9, n. 813, p. 1-9.
- Alves, F.J.X., Silva, T.J.P., Franco, R.M. 2012. Efeito da radiação gama sobre a contaminação da carne resfriada de Cordeiro Santa Inês. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, n. 3, p. 588-592.
- Alves, A.R., Figueiredo Júnior, J.P., Santana, M.H.M., Andrade, M.V.M., Lima, J.B.A., Pinto, L.S., Ribeiro, L.M. 2016. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.10, n.6, p.448-459.
- AMSA – American Meat Society Association. 2012. Meat color measurement guidelines. In: Association, A.M.S. (ed.). *National Livestock and Meat Board*, Savoy, Illinois, USA, p. 1-124.
- ANCORME – Associação Nacional de Criadores de Ovinos de Raça Merina. 2008. Merina Preta – Padrão da raça. Disponível em: <<http://www.merina.com.pt/>>. Acesso em: 05 junho 2019.
- Animal Welfare. 2018. Relatório Especial: Bem-estar dos animais na UE: reduzir o desfasamento entre objetivos ambiciosos e aplicação prática, n. 31, p. 1-75.
- Anisman, H., Zaharia, M.D., Meaney, M.J., Merali, Z., 1998. Do early-life events permanently alter behavioural and hormonal responses to stressors? *Int. J. Dev. Neurosci.* v. 16, p. 149–164.
- Apple, J.K., Dikeman, M.E., Minton, J.E., McMurphy, E.M., Fedde, M.R., Leight, D.E., Unruh, J.A. 1995. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence of dark-cutting Longissimus muscle of sheep. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 8, p. 2295-2307.
- Beatty, D. T., Barnes, a., Fleming, P.A., Taylor, E., Maloney, S.K. 2008. Effect of fleece on core and rumen temperature in sheep. *Journal of Thermal Biology*, v. 33, n. 8, p. 437–443.

- Bickerstaffe, R., Le Couter, C.E., Morton, J.D. 1997. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: 43th International Congress of Meat Science and Technology. Auckland, New Zealand, ICOMST, p. 196-197.
- Boivin, X., Braastad, B.O. 1996. Effects of handling during temporary isolation after early weaning on goat kids' later response to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 48, p. 61–71.
- Bond, G.B., Almeida, R., Ostrensky, A., Molento, C.F.M. 2012. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Ciência Rural*, v. 42, n. 7, p.1286-1293.
- Bórnez, R., Linares, M.B., Vergara, H. 2009. Hematological, hormonal and biochemical blood parameters in lamb: Effect of age and blood sampling time. *Livestock Science*, v. 121, n. 2-3, p. 200–206.
- Bragança, I.M. 2017. Comparação das carcaças e da carne de vitelos puros Holstein-Frísia com vitelos resultantes de cruzamentos desta raça com Montbéliarde e Vermelha Sueca. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, Portugal.
- Braggion, M. e Silva, R.A.M.S. 2004. Quantificações de lesões de carcaças de bovinos abatidos em frigoríficos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Comunicado técnico, n. 45, Corumbá-MS, Brasil.
- Bressan, M.C., Prado, O.V., Pérez, J.R.O., Lemos, A.L.S.C., Bonagurio, S. 2001. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303.
- Brewer, S. 2004. Irradiation effects on meat color – a review. *Meat Science*, v. 68, n. 1, p. 1-17.
- Broom, D.M. 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, v. 142, n. 6, p. 524–526.
- Broom, D.M. 2011. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Revista Colombiana de Ciências Pecuárias*, v. 24, n. 3, p. 306-321.
- Broom, D.M. e Fraser, A. 2015. Domestic animal behavior and welfare. 5th Edition Wallingford: CABI, p. 1-472.
- Broom, D.M. e Johnson, K.G. 1993. Stress and animal welfare. 1st Edition. Springer Science & Business Media: Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Brunel, H.S.S., Dallagoa, B.S.L., Almeida, A.M.B., Assis, A.Z., Calzada, R.J.B., Alvarenga, A.B.B., Menezes, A.M., Barbosa, J.P., Lopes, P.R., González, F.H.D., McManus, C., Broom, D.M., Bernal, F.E.M. 2018. Hemato-biochemical profile of meat cattle submitted to different types of pre-loading handling and transport times. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, v. 6, n. 1, p. 90–96.

- Burrow, H.M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstracts.*, v. 65, n. 7, p. 477-495.
- Burrow, H.M. e Dillon, R.D. 1997. Relationship between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreeds. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 37, p. 407-411.
- Campos, H. 1983. Estatística experimental não-paramétrica. 4ª Edição, USP, Imprensa: Piracicaba: ESALQ, São Paulo, Brasil, p. 1-349.
- Cañeque, V., Velasco, S., Díaz, M., Pérez, C., Huidobro, F., Lauzurica, S. 2001. Effect of weaning age and slaughter weight on carcass and meat quality of Talaverana breed lambs raised at pasture. *Animal Science*, v. 73, p. 85–95.
- Carpenter, C. E., Cornforth, D. P., Whittier, D. 2001. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*, v. 57, n. 4, p. 359-363.
- CIE - Centre Internationale de L'Eclairage. 1976. Definition dun space de couleur por deux coordonees de chromaticite et la luminosite. Supplement 2 to CIE, Publication n. 15 (E-1-3-1) 1971/ (TC-1-3). Centre Internationale de L'Eclairage, Paris. France.
- Cornforth, D. 1994. Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M. e Dutson, T.R. (ed). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in Meat Research Series*, Black Academic & Professional, v. 9, n. 2, p. 34 –78.
- Costa, R.S., Henry, F.C., Quirino, C.R., Henriques, L.S.V., Carvalho, E.C.Q., Almeida, A.B. 2011. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros da raça Santa Inês x F1 Santa Inês x Dorper. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 143-153.
- Costa, F., Silva, T.J.P., Freitas, M.Q., Tortelly, R., Jardim, G.J. 2006. Caracterização do processo de *rigor mortis* nos músculos Gastrocnemius e Pectoralis de perus (*Meleagris gallopavo*) e maciez da carne. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 3, p. 165-169.
- Cranwell, C.D., Unruh, J.A., Brethour, J.R., Simms, D.D. 1996. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 74, n. 8, p. 1777-1783.
- Culler, R.D., Parrish Junior, F.C., Smith, G.C., Cross, H.R. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, v. 43, n. 4, p. 1177-1180.
- Cunningham, J.G. e Klein, B.G. 2008. Tratado de fisiologia veterinária. 4º Edição. Rio de Janeiro, Brasil.
- Dabés, A.C. 2001. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, v. 25, n. 288, p. 32-40.

- Devine, C.E., Graafhuis, A.E., Muir, P.D., Chrystall, B.B. 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, v. 35, n. 1, p. 63-77.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Murray, P.J. 2003. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter – Part 1. *Small Ruminant Research*, v. 50, p. 57–66.
- Dransfield, E. 1994. Optimization of tenderization, ageing and tenderness. *Meat Science*, v. 36, n. 1-2, p. 105- 121.
- Eiras, C. E., Ornaghi, M. G., Valero, M. V., Rivaroli, D. C., Guerrero, A., Prado, I. N. 2016. How does the dietary cottonseed hull affect the carcass characteristics and meat quality of young bulls finished in a highconcentrate diet? *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 301-310.
- Ekiz, B., Ekiz, E.E., Kocak, O., Yalcintan, H.W Yilmaz, A. 2012. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, v. 90, n. 4, p. 967–976.
- Eriksen, M.S., Rødbotten, R., Grøndahl, A.M., Friestad, M., Andersen, I.L., Mejdell, C.M. 2013. Mobile abattoir versus conventional slaughterhouse—Impact on stress parameters and meat quality characteristics in Norwegian lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 149, n. 1-4, p. 21-29.
- European Union. 2016. Attitudes of EU citizens towards animal welfare. Special Eurobarometer 442. Wave EB84.4. TNS opinion & social. Brussels: European Commission.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Statistical Yearbook World food and agriculture - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Italy.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>>. Acesso: 02 fevereiro 2019.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. World food and agriculture – Statistical pocketbook 2018. Rome. Italy.
- FAWC - Farm Animal Welfare Council. 1992. FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Records*, v.17, London, UK.
- Ferguson, D.M., Lee, C., Fisher, A. 2017. *Advances in sheep welfare*. 1st Edition. Woodhead Publishing: London, UK.
- Ferguson, D.M. e Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, v. 80, n. 1, p. 12-19.

- Fraser, D. 1993. Assessing animal well-being: common sense, uncommon science. Food animal well-being. In Purdue University, Office of Agricultural Research Programs (Ed.), p. 37-54.
- Garcia-Arias, M.T., Álvarez Pontes, E., García-Líñares, M.C., García-Fernández, M.C., Sánchez-Muniz, F.J. 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chemistry, v. 83, n. 3, p. 349-356.
- Gomes, M.J., Montenegro, T., Sacoto, S., Valentim, R., Rodrigues, I. e Azevedo, J. 2018. Maneio alimentar em ovinos e caprinos. AGROTEC- Revista Técnico-Científica Agrícola, p. 22-26.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. Journal of Animal Science, v. 75, p. 249-257.
- Grandin, T. 2001. Livestock-handling quality assurance. Journal of Animal Science, v. 79 (supplementary issue E), p. E239–E248.
- Grandin, T. 2000a. Guias recomendadas para el manejo de animais para empacadores de carne. 14p. Disponível em: <<http://www.grandin.com/Spanish/spa.0498.html>>. Acesso: 03 de setembro 2019.
- Grandin, T. 2000b. La conducta animal y su importancia en el manejo del Ganado. 14p. Disponível em: <<http://www.grandin.com/Spanish/spanish2.html>>. Acesso: 03 de setembro 2019.
- Gularte, M.A. 2001. Idade e castração da raça Crioula nas características físico sensoriais. In Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1º Edição, São Pedro, Anais..., p. 108-109, Brasil.
- Hearnshaw, H. e Morris, C.A. 1984. Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle. Australian Journal of Agriculture Research, v. 35, n. 5, p. 723-733.
- Hemsworth, P.H., Rice, M., Karlen, M.G., Calleja, L., Barnett, J.L., Nash, J., Coleman, G.J. 2011. Human-animal interactions at abattoirs: Relationships between handling and animal stress in sheep and cattle. Applied Animal Behaviour Science, v. 135, n. 1-2, p. 24-33.
- Hernandez, A., Domínguez, B., Cervantes, P., Muñoz-Melgarejo, S., Salazar-Lizán, S., Tejeda-Martínez, A. 2011. Temperature-humidity index (THI) 1917-2008 and future scenarios of livestock comfort in Veracruz, México. Atmósfera, v. 24, n. 1, p. 89-102.
- Hoag, T.M. e Lemme, C.F. 2018. Indústria de alimentos de origem animal: riscos e oportunidades para o setor decorrentes das políticas de bem-estar animal. Revista de Administração de Empresas, v. 58, n. 3, p. 244-253.

- Hoeksma, D.L., Gerritzen, M.A., Lokhorst, A.M., Poortvliet, P.M., 2017. An extended theory of planned behavior to predict consumers' willingness to buy mobile slaughter unit meat. *Meat Science*, v. 128, p. 15-23.
- Hötzel, M.J., Machado Filho, L.C.P., Yunes, M.C., Silveira, M.C.A.C., 2005. Influência de um Ordenhador Aversivo sobre a Produção Leiteira de Vacas da Raça Holandesa. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.4, p.1278-1284.
- Huff-Lonergan, E. e Lonergan, S.M. 2005. Mechanisms of water holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. In: *International Congress of Meat Science and Technology*, 51, Baltimore. *Proceedings...* Baltimore, p.194-204.
- Hurnik, J.F., Webster, A.B., Siegel, P.B., 1995. *Dictionary of farm animal behavior*. 2.ed. Iowa State University Press: Ames, p. 200.
- INE. 2018. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal. Disponível em: <<http://www.ine.pt>>. Acesso: 05 junho 2019.
- Kelly, C.F. e Bond, T.E. 1971. Bioclimatic factors and their measurement. In: *NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. A guide to environmental research on animals*. Washington, D.C., USA, p. 7-92.
- Kerry, J.P., Jerry, J.F., Ledward, D. 2002. *Meat rocessing – Improving quality*. 1st Edition. Woodhead Publishing: London, UK.
- Kim, Y.H. e Hunt, M.C. 2011. Advance technology to improve meat color. In: Seon-Tea Joo (Ed.). *Control of Meat Quality*. Trivandrum, Kerala, India: Research Signpost, p.31 – 60.
- King, D.A., Schuehle Pfeiffer, C.E., Randel, R.D., Welsh, JR.T.H., Oliphint, R.A., Baird, B.E., Curley, JR.K.O., Vann, R.C., Hale, D.S., Savell, J.W. 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, v. 74, n. 3, p. 546–556.
- Klont, R.E., Brocks, L., Eikelenboom, G. 1998. Muscle fibre type and meat quality. *Meat Science*, v. 49, n. 1, p. 219-229.
- Knowles, T.G. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Veterinary Record*, v. 143, n. 8, p. 212-219.
- Knowles, T.G., Brown, S.N., Warriss, P.D., Phillips, A.J., Dolan, S.K., Hunt, P., Ford, J.E., Edwards, J.E., Watkins, P.E. 1995. Effects on sheep of transport by road for up to 24 hours. *Veterinary Record*, v. 136, n. 17, p. 431–438.
- Lawrie, R.A. 2001. *Ciência de la Carne*, 3ra Edicion, Acribia, España.
- Ludke, C.B., Dalla Costa, O.A., Roca, R.O., Silveira, E.T.F., Athayde, N.B., Araújo, A.P., Mello Junior, A., Azambuja, N.C. 2008. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na

qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 532-537.

MacDougall, D.B., 1994. Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M. & DUTSON, T.R. (ed) – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series. Black Academic & Professional, v. 9, cap.2, p. 34 –78.

Maltin, C., Balcerzak, D., Tyller, R., Deldayet, M. 2003. Determination of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 62, n.2, p.337-347.

Mancini, R.A., Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, v. 71, n. 1, p. 100-121.

Mantese, F. 2002. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível: <<https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/carne.pdf>>. Acesso: 10 outubro 2019.

Marsh, B.B. The basis of quality in muscle foods: symposium the basis of tenderness in muscle foods. *Journal of Food Science*, v. 42, n. 2, p. 295- 297.

Martins, N.R.S., Santos, R.L., Marques Junior, A.P., Silva, N. 2015. Cursos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais, n. 78, Editora: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. Disponível em: https://issuu.com/escoladeveterinariaufmg/docs/caderno_tecnico_78_doma_racional_bo/60.

Matos, C. 2000. Raça Merina. *Revista Voz do Campo*, p. 1-4. Artigo disponível em: <http://www.merina.com.pt/conteudo.php?idm=20>. Acesso: 05 junho 2019.

Maturano, A.M.P. 2003. Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

McAfee, A.J., McSorley, E.M., Cuskelly, G.J., Moss, B.W., Wallace, J.M.W., Bonham, M.P., Fearon, A.M. 2010. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Science*, v. 84, n.1, p. 1–13.

Meat Science. 2019. Disponível em: <https://meat.tamu.edu/ansc-307-honors/conversion-muscle-to-meat/>.

Menezes, J.J.L., Gonçalves, H.C., Ribeiro, M.S., Rodrigues, L., Cañizares, G.I.L., Medeiros, B.B.L. 2009. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 9, p. 1769-1778.

Mera Araneda, D.E. 2008. Características del transporte terrestre de corderos en la Región de Aysén y del transporte marítimo y terrestre desde ésta a la zona centro sur de Chile. Título

de Médico Veterinário. Insituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

Milligan, S.D., Ramsey, C.B., Miller, M.F., Kaster, C.S., Thompson, L.D. 1998. Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 74-86.

Miltenburg, G.A.J., Wensing, T.H., Smulders, F.J.M. 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 9, p. 2766-2772.

Miranda-de la Lama, G.C. 2013. Transport and pre-slaughter logistics: definitions and current tendencies in animal welfare and meat quality. *Veterinaria México*, v. 44, n. 1, p. 31-56.

Miranda-de la Lama, G.C., Rivero, L., Chacón, G., Garcia-Belenguer, S., Villarroel, M., María, G.A. 2010. Effect of the pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. *Livestock Science*, v.128, n. 1-3, p. 52–59.

Miranda-de la Lama, G.C., Villarroel, M., María, G.A. 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Science*, v. 98, n. 1, p. 9-20.

Monte, A.L.S., Gonsalves, H.R.O., Villarroel, A.B.S., Damaceno, M.N., Cavalcante, A.B.D. 2012. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. *Agropecuária Científico Semi-Árido*, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

Murray, A.C. 1995. The evaluation of muscle quality. *Quality and grading of carcasses of meat animals*. CRC press, Inc, London, UK, p. 83–108.

Naveena, B.M., Kiran, M., Sudhakar Reddu, K., Ramakrishna, C., Vaithiyanathan, S., Devatkal, S.K. 2011. Effect of ammonium hydroxide on ultrastructure and tenderness of buffalo meat. *Meat Science*, v. 88, n. 4, p. 727–732.

Nollet, L.M.L. e Toldrá, F. 2009. *Handbook of Muscle Foods Analysis*, Taylor & Francis Group, London, UK. p. 990-1000.

OIE - World Organization for Animal Health. 2009. *Terrestrial animal health code*. 18th Edition. Paris, France.

ONU - Organization of United Nations. 2017. Department of Economic and Social Affairs. The United Nations, Population Division. Disponível em: <
<https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/Population/>>. Acesso: 02 fevereiro 2019.

Pereda, J.A.O., Rodríguez, M.I.C., Álvarez, L.F.; Sanz, M.L.G.; Minguillón, G.D.G.F., Perales, L., Cortecero, M.D.S. 2005. *Tecnología de alimentos. Alimentos de origem animal*. Porto Alegre: ARTMED, v.2, p.241-267.

- Osório, J.C.S., Astiz, C.S., Osório, M.T.M., Alfranca, I.S. 1998. Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, Brasil.
- Ouali, A. e Talmant, A. 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. *Meat Science*, v. 28, n. 4, p. 331-348.
- Paim, T.P., Borges, B.O., Lima, P.M.T., Gomes, E.F., Dallago, B.S.L., Fadel, R., Menezes, A.M., Louvandini, H., Canozzi, M.E.A., Barcellos, J.O.J., McManaus, C. 2013. Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. *International Journal of Biometeorology*, v. 57, n. 1, p. 59-66.
- Pantanalli, C. 2008. Características de pH de las canales ovinas faenadas en la planta Mañihuales de Coyhaique y su relación con distancia de procedencia y tiempo de espera de los animales. Título de Médico Veterinário. Insituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile
- Paranhos da Costa, M.J.R., Huertas, S.M., Gallo, C., Dalla Costa, O.A. 2012. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. *Meat Science*, v. 92, n. 3, p. 221-226.
- Paranhos da Costa, M.J.R., Quintiliano, M.H., Tseimazides, S.P. 2014. Boas Práticas de Manejo – Transporte. 1ª Edição. Jaboticabal, Funep. Brasil.
- Pardi, M.C., Santos, I.F., Souza, E.R., Pardi, H.S. 1993. Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação. 1ª Edição Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás. Brasil, v. 1, p. 586.
- Pardi, M.C., Santos, F.I., Souza, E.R., Pardi, H.S. 2001. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia: CEGRAF-UFG, v.2, p.45-65.
- Parrott, R. F., Lloyd, D.M., Brown. S.N. 1999. Transport stress and exercise hyperthermia recorded in sheep by radiotelemetry. *Animal Welfare*, v. 8, n. 1, p. 27–34.
- Pavlović, R., Idrizović, K., Dragutinović, S., Bjelica, B., Marko Joksimović. 2017. Skeletal muscles: physiological-bioelectric and energy features, contraction intensity and strength. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, v. 3, n. 2, p. 1-18.
- Pearson, A.M e Young, R.B. 1989. Skeletal muscle fiber types. In: Pearson A.M. e Young R.B., *Muscle and meat biochemistry*. San Diego: Academic Press Inc. USA. p. 235-265.
- Piovezan, U. 1998. Análise de fatores genéticos e ambientais na reatividade de quatro raças de bovinos de corte ao manejo. Mestrado em Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Brasil.
- Prates, J.M.M. 2000. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 95, n. 533, p. 34-41.

Ramos, E.M. e Gomide, L.A.M. 2009. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. 1ª Edição. Viçosa: UFV, Brasil.

Rente, J.E.L. 2014. Plano de Negócios Monsaluz, Sociedade Agrícola Ltda. Mestrado em Economia e Gestão Aplicadas. Universidade de Évora. Évora. Portugal.

Ribeiro, E.L.A. e Constantino, C. Situação atual e perspectivas da ovinocultura. In: Simpovino - Anais do Simpósio de Ovinocultura da Universidade Estadual de Londrina. p. 7-11. 1ª | 2ª | 3ª Edições. Londrina, Paraná, Brasil.

Rivaroli, D. C., Guerrero, A., Valero, M. M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Campo, M. M., Sañudo, C., Jorge, A. M. & Prado, I. N. 2016. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. Meat Science, 121, 278-284.

Roça, R.O. 2000. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Brasil.

Romeyer, A., Bouissou, M.F. 1992. Assessment of fear reactions in domestic sheep, and influence of breed and rearing conditions. Appl. Anim. Behav. Sci, v. 34, p. 93–119.

Rota, E.L., Osório, M.T.M., Osório, J.C.S., Oliveira, M.M., Wiegand, M.M., Mendonça, G., Esteves, R.M., Gonçalves, M. 2006. Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 6, p. 2397-2405.

Ruiz, R. e Dwyer, C.M. 2015. AWIN welfare assessment protocol for sheep. Doi: 10.13130/AWIN_SHEEP_2015

Sanfelice, C., Mendes, A.A., Komiyama, C.M., Canizares, M.C., Rodrigues, L., Canizares, G.I., Roca, R.O., Almeida, I.C.L.P., Balog, A., Milbradt, E.L., Cardoso, K.F.G. 2010: Evaluation and characteristics of breast quality of broiler breeder hen in the end of productive cycle. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30 (Suplemento 1), p. 166-170.

Sant'Anna, A.C.; Paranhos da Costa, M.J.R. 2013. Validity and feasibility of qualitative behavior assessment for the evaluation of Nellore cattle temperament. Livestock Science, v. 157, p.:254-262.

Santos, L.E. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e cruzados com raças especializadas para corte. Disponível em: < [http: www.ovinosbrasil.com/trab_tec/pg_trab_tecs_017. htm](http://www.ovinosbrasil.com/trab_tec/pg_trab_tecs_017.htm)

Santos, V.A.C., Silva, A.O., Cardoso, J.V.F., Silvestre, A.J.D., Silva, S.R., Martins, C. 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI “Cabrito de Barroso”. Meat Science, v. 75, p. 725–736.

- Santos-Silva, J., Portugal, A. V. 2001. The effect of weight on carcass and meat quality of Serra da Estrela and Merino Branco lambs fattened with dehydrated lucerne. *Animal Research*, v. 50, p. 289–298.
- Sañudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R., María, D., Sierra, I., Wood, J.D., 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, v. 54, n. 4, p. 339-346.
- SAS - Statistical Analysis System®. 2019. SAS, Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Shaw, F.D., Tume, R.K. 1992. The assessment of preslaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents — a review of recent work. *Meat Science*, v. 32, n.3, p. 311–329.
- Silva, R.G. 2000. Introdução à bioclimatologia animal. 1ª Edição, Nobel, São Paulo, Brasil.
- Silva Sobrinho, A.G., Purchas, R.W., Kadim, I.T., Yamamoto, S.M. 2005. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. *Revista Brasileira de Zootecia*, v. 34, n. 3, p. 1070-1078.
- Souza, M.I.A. 2012. Influência da nutrição animal na textura da carne. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia. Brasil.
- Souza, X.R., Bressam, M.C., Pérez, J.R.O., Faria, P.B., Vieira, J.O., Kabeya, D.M. 2004. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Food Science and Technology*, v. 24, n. 4, p. 543-549.
- Steinhardt, M. e Thielscher, H.H. 1999. Maturity of sucker calves and dairy calves at the second and third week of postnatal age and forms of reaction of the animals to transport by road. *Lanbauforschung Volknrode*, v. 49, p. 70–89, 1999.
- Stockman, C. A., Collins, T., Barnes, A.L., Miller, D., Wickham, S.L., Beatty, D.T., Blache, D., Wemelsfelder, F., Fleming, P.A. 2011. Qualitative behavioural assessment of cattle naïve and habituated to road transport. *Animal Production Science*, v. 51, n. 3, p. 240–249.
- Tadich, N., Gallo, C., Brito, M.L., Broom, D.M. 2009. Effects of weaning and 48 h transport by road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. *Livestock Science*, v. 121, n. 1, p. 132–136.
- Tarumán, J.A., Smulders, J.P., Gallo, C.B. 2018. Risk factors for bruises and high muscle Ph in lamb carcasses of Tierra del Fuego, Chilean Patagonia. *Open Access Library Journal*, v. 5, n. 1, p. 1-11.
- Thournton, H.1969. Compêndio de inspeção de carnes. Londres: Bailliere Tindall an Cassel, p. 665.

- Tonetto, C.J., Pires, C.C., Müller, L., Rocha, M.G., Silva, J.H.S., Cardoso, A.R., Peres Neto, D. 2004. Ganho de Peso e Características da Carcaça de Cordeiros Terminados em Pastagem Natural Suplementada, Pastagem Cultivada de Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e Confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.225-233.
- União Europeia. 2004. Regulamento n. 853/2004.
- União Europeia. 2010. O tratado da União Europeia e o tratado do funcionamento da União Europeia. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia.
- União Europeia. 2012. Regulamento n. 178/2002.
- Velarde, A. e Dalmau, A. 2012. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Science*, v. 92 n. 3, p. 244–251.
- Veríssimo, C.J., Titto, C.G., Katiki, L.M., Bueno, M.S., Cunha, E.A., Mourão, G.B., Otsuk, I.P., Pereira, A.M.F, Nogueira Filho, J.C.M., Titto, E.A.L. 2009. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v. 10, n. 1, p. 159-167.
- Vieira, T.R.L., Cunha, M.G.G., Garruti, D.S., Duarte, T.F., Félex, S.S.S., Filho, J.M.P., Madruga, M.S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-377, 2010.
- Villalba, J.J., Manteca, X., Provenza, F.D. 2009. Relationship between reluctance to eat novel foods and open-field behavior in sheep. *Physiology Behavior*, v. 96, n. 2, p. 276–281.
- Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M-V., Janczak, A.M., Visser, E.K., Jones, R.B. 2006. Assessing the human–animal relationship in farmed species: A critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 101, n. 3-4, p. 185–242.
- Walter, C.L. 1975. Meat colour: the importance of haem chemistry. In: COLE, D.J.A.; LAWRIE, R.A. (Eds.). *Meat*. London: Butterworths, p.385-401.
- Warner, R.D., Ferguson, D.M., Cottrell, J.J., Knee, B.W. 2007. Acute stress induced by the preslaughter use of electric prodders causes tougher beef meat. *Australian Journal Experimental Agriculture*, v. 47, p. 782–788.
- Warriss, P. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 28, n. 1-2, p. 171-186.
- Warris, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Knowles, T.G. 1998. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Animal Science*, v. 66, n. 1, p. 255-261.
- Warriss, P., Brown, S., Knowles, T. 2003. Assessment of possible methods for estimating the stocking density of sheep being carried on commercial vehicles. *Veterinary Record*, v. 153, n. 11, p. 315–319.

- Watanabe, A., Daly, C., Devine, C. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Science*, v. 42, n. 1, p. 67-78.
- Wemelsfelder, F. 2007. How animals communicate quality of life: the qualitative assessment of behavior. *Animal Welfare*, v. 16, p. 25–35.
- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M. 2004. The accuracy and repeatability of untrained laboratory consumer panelists in detecting differences in beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 82, n.2, p. 557-562.
- Wickham, S.L., Collins, T., Barnes, A.L., Miller, D.W., Beatty, D.T., Stockman, C., Blache, D., Wemelsfelder, F., Fleming, P.A. 2012. Qualitative behavioral assessment of transport-naïve and transport-habituated sheep. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 12, p. 4523–4535.
- Wulf, D.M., Emmett, R.S., Leheska, J.M., Moeller, S.J. 2002. Relationship among glycolity potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palability. *Journal of Animal Science*, v.80, n.7, p. 1895-1903.
- Zeola, N.M.B.L., Silva Sobrinho, A.G., Neto, S.G, Azevedo Silva, A.M. 2002. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 97, n. 544, p. 175-180.
- Zhang, S.X., Farouk, M.M., Young, O.A., Podmore, C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science*, v. 69, n. 4, p. 765-772.

7. ANEXOS

ANEXO 1 – TABELA DE COEFICIENTES DE SPEARMAN

Coeficientes de correlação de postos de Spearman para as variáveis: Tempo médio de espera desde o momento do embarque até o abate no matadouro e, temperatura média no interior do caminhão durante o transporte com os parâmetros da qualidade da carne e; Temperatura dos animais no momento do embarque e desembarque com os parâmetros da qualidade da carne.

	Parâmetros da qualidade da carne										
	pH[30']	Temp. pH[30']	pH[60']	Temp. pH[60']	pH médio	L* médio	a* médio	b* médio	Saturação	PPC	FC
Tempo											
Espera (Camião)	0.12862	0.30726	-0.22739	0.82503	0.22255	-0.12213	0.12699	-0.06662	0.09576	-0.10270	0.05621
Espera (Mat.)	0.28585	-0.23280	-0.69095	0.95266	-0.04306	-0.10288	0.09750	0.13583	0.08405	-0.13382	-0.13785
Total	0.43485	-0.21041	-0.71027	0.82503	0.00407	-0.22871	0.01968	-0.05633	0.00339	-0.16899	-0.02511
Temperatura											
Transporte	-0.03935	0.30803	-0.09415	0.47633	0.68091	-0.09587	-0.10927	-0.03017	-0.11196	-0.04358	-0.00737
Animal (Expl.)	-0.28441	0.22355	-0.27844	0.22269	-0.07022	0.03642	0.12335	0.38079	0.13900	-0.29900	-0.08313
Animal (Mat.)	-0.10007	0.26286	-0.33143	0.50210	-0.04191	-0.08487	0.24705	0.50947	0.26420	-0.45779	-0.31767

ANEXO 2 - Variável de Maneio Pesagem

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Pesagem – Categoria Respiração e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Pesagem – Categoria Respiração					
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Imperceptível Audição e Visão	Percetível Rítmica	Percetível Ofegante	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	7,69 \pm 0,23	7,82 \pm 0,08	8,27 \pm 0,37	0,489
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	7,15 \pm 0,41	7,25 \pm 0,17	7,05 \pm 0,77	0,885
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	5,62 \pm 0,04	5,60 \pm 0,02	5,61 \pm 0,01	0,543
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	27,72 \pm 1,15	25,74 \pm 0,38	24,42 \pm 0,91	0,126
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	4,01 \pm 0,46	4,58 \pm 0,35	3,91 \pm 0,87	0,669
Cor	-	-	-	-	-
L*	36,84 \pm 0,36	37,04 \pm 0,74	36,81 \pm 0,45	36,87 \pm 0,80	0,929
a*	14,13 \pm 0,29	14,38 \pm 0,63	14,10 \pm 0,32	14,12 \pm 1,20	0,992
b*	1,18 \pm 0,19	1,35 \pm 0,56	1,11 \pm 0,24	1,41 \pm 0,28	0,776
Saturação	14,22 \pm 0,29	14,47 \pm 0,64	14,18 \pm 0,33	14,20 \pm 1,19	0,995

σ : desvio-padrão.

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Pesagem – Categoria Vocalização e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Pesagem – Categoria Vocalização				
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Ausente	Presente	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	7,87 \pm 0,10	7,90 \pm 0,18	0,763
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	7,13 \pm 0,17	7,64 \pm 0,18	0,260
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	5,60 \pm 0,02	5,60 \pm 0,04	0,956
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	25,77 \pm 0,41	25,72 \pm 0,64	0,934
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	4,39 \pm 0,30	4,66 \pm 0,96	0,978
Cor				
L*	36,84 \pm 0,36	36,52 \pm 0,37	38,42 \pm 0,99	0,140
a*	14,13 \pm 0,29	14,27 \pm 0,30	13,41 \pm 0,84	0,522
b*	1,18 \pm 0,19	1,27 \pm 0,22	0,70 \pm 0,36	0,232
Saturação	14,22 \pm 0,29	14,37 \pm 0,31	13,45 \pm 0,86	0,359

σ : desvio-padrão.

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Pesagem – Categoria Movimentação e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Pesagem – Categoria Movimentação					
Parâmetros	Média ± σ	Parado	Lento	Intenso/Rápido	P-valor
pH _[30']	7,87± 0,08	7,73± 0,09	7,91± 0,11	8,01± 0,36	0,703
pH _[60']	7,21± 0,15	7,43± 0,26	7,19± 0,22	6,99± 0,38	0,511
pH _{carne}	5,60± 0,02	5,59± 0,03	5,62± 0,03	5,56± 0,02	0,741
PPC (%)	25,76± 0,36	25,63± 0,67a	26,52± 0,37a	23,58± 0,82b	0,015
FC (kg)	4,44± 0,29	4,25± 0,37	4,72± 0,43	3,87± 0,93	0,409
Cor					
L*	36,84± 0,36	36,69± 0,80	36,69± 0,48	37,59± 0,72	0,389
a*	14,13± 0,29	14,97± 0,52	14,00± 0,33	13,06± 0,84	0,149
b*	1,18± 0,19	1,70± 0,45	0,90± 0,21	1,14± 0,43	0,143
Saturação	14,22± 0,29	15,11± 0,54	14,05± 0,33	13,13± 0,84	0,093

σ : desvio-padrão.

As médias na mesma linha com letra diferente, diferem significativamente ($P<0,05$).

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Pesagem – Categoria Velocidade de Fuga e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Pesagem – Categoria Velocidade de fuga da Balança					
Parâmetros	Média ± σ	Não sai	A caminhar	Rápido	P-valor
pH _[30']	7,87± 0,08	7,88± 0,09	---	7,78± 0,01	0,764
pH _[60']	7,21± 0,15	7,21± 0,15	---	---	---
pH _{carne}	5,60± 0,02	5,61± 0,02	---	5,51± 0,01	0,061
PPC (%)	25,76± 0,36	25,77± 0,38	---	25,73± 0,66	1,000
FC (kg)	4,44± 0,29	4,53± 0,31	---	3,18± 0,18	0,183
Cor					
L*	36,84± 0,36	36,90± 0,39	---	35,95± 0,06	0,318
a*	14,13± 0,29	14,01± 0,30	---	15,77± 0,47	0,067
b*	1,18± 0,19	1,14± 0,20	---	1,69± 0,59	0,406
Saturação	14,22± 0,29	14,10± 0,30	---	15,87± 0,40	0,067

σ : desvio-padrão.

ANEXO 3 - Variável de Maneio Embarque

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Embarque – Categoria Vocalização e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Embarque – Categoria Vocalização				
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Ausente	Presente	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	7,86 \pm 0,10	7,94 \pm 0,11	0,347
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	7,06 \pm 0,17	7,74 \pm 0,08	0,049
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	5,60 \pm 0,02	5,62 \pm 0,04	0,522
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	25,53 \pm 0,39	27,25 \pm 0,31	0,059
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	4,59 \pm 0,33	3,47 \pm 0,23	0,180
Cor				
L*	36,84 \pm 0,36	36,73 \pm 0,37	37,56 \pm 1,39	0,428
a*	14,13 \pm 0,29	14,31 \pm 0,31	13,00 \pm 0,54	0,100
b*	1,18 \pm 0,19	1,28 \pm 0,21	0,48 \pm 0,36	0,143
Saturação	14,22 \pm 0,29	14,40 \pm 0,32	13,02 \pm 0,55	0,077

σ : desvio-padrão.

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Embarque – Categoria Movimentação e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Embarque – Categoria Movimentação					
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Parado	Lento	Intenso/Rápido	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	7,86 \pm 0,10	7,82 \pm 0,13	8,00 \pm 0,15	0,499
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	7,68 \pm 0,10	7,04 \pm 0,18	7,66 \pm 0,31	0,206
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	5,60 \pm 0,06	5,60 \pm 0,02	5,61 \pm 0,06	0,863
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	25,08 \pm 1,29	25,67 \pm 0,47	26,42 \pm 0,45	0,488
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	3,98 \pm 1,09	4,48 \pm 0,35	4,51 \pm 0,70	0,805
Cor					
L*	36,84 \pm 0,36	36,13 \pm 1,56	36,90 \pm 0,42	36,96 \pm 0,90	0,951
a*	14,13 \pm 0,29	14,64 \pm 1,37	14,02 \pm 0,32	14,28 \pm 0,71	0,822
b*	1,18 \pm 0,19	1,47 \pm 0,39	1,01 \pm 0,24	1,62 \pm 0,46	0,479
Saturação	14,22 \pm 0,29	14,71 \pm 1,40	14,09 \pm 0,33	14,41 \pm 0,74	0,848

σ : desvio-padrão.

ANEXO 4 – Variável de Maneio Desembarque

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Desembarque – Categoria Movimentação e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Desembarque – Categoria Movimentação						
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Parado	Caminha	Corre	Recusa	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	7,68 \pm 0,11	7,72 \pm 0,13	7,82 \pm 0,04	8,11 \pm 0,16	0,210
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	7,51 \pm 0,14	7,03 \pm 0,20	---	7,72 \pm 0,09	0,344
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	5,52 \pm 0,00b	5,60 \pm 0,02ab	5,52 \pm 0,01b	5,69 \pm 0,04a	0,009
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	25,13 \pm 0,25	26,06 \pm 0,53	26,48 \pm 0,84	25,26 \pm 0,85	0,521
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	6,16 \pm 0,88	3,92 \pm 0,28	3,78 \pm 0,61	4,79 \pm 0,71	0,168
Cor						
L*	36,84 \pm 0,36	38,70 \pm 0,84a	37,21 \pm 0,45a	36,47 \pm 0,52ab	35,34 \pm 0,71b	0,044
a*	14,13 \pm 0,29	12,37 \pm 0,57c	14,46 \pm 0,34b	15,73 \pm 0,27a	13,80 \pm 0,61abc	0,011
b*	1,18 \pm 0,19	0,86 \pm 0,51	1,26 \pm 0,25	2,25 \pm 0,65	0,77 \pm 0,39	0,202
Saturação	14,22 \pm 0,29	12,43 \pm 0,59c	14,54 \pm 0,35b	15,92 \pm 0,24a	13,85 \pm 0,62abc	0,014

σ : desvio-padrão.

As médias na mesma linha com letra diferente, diferem significativamente (P<0,05).

ANEXO 5 – Variável de Maneio Zona de Abegoaria

Resultados dos testes de comparação entre categorias das variáveis Zona de Abegoaria – Categoria Movimentação e as variáveis pH[30'], pH[60'], pH da carne, perda de peso por cocção, força de corte e saturação.

Variável Zona Abegoaria – Categoria Movimentação					
Parâmetros	Média $\pm \sigma$	Calmo/ Parado/ Deitado	Atento/ Lento	Inquieto/ Contínuo/ Rápido	P-valor
pH _[30']	7,87 \pm 0,08	---	---	---	---
pH _[60']	7,21 \pm 0,15	---	7,38 \pm 0,14	6,39 \pm 0,06	0,038
pH _{carne}	5,60 \pm 0,02	---	5,60 \pm 0,02	5,59 \pm 0,02	0,782
PPC (%)	25,76 \pm 0,36	---	25,95 \pm 0,36	24,06 \pm 1,29	0,201
FC (kg)	4,44 \pm 0,29	---	4,59 \pm 0,31	3,09 \pm 0,39	0,090
Cor					
L*	36,84 \pm 0,36	---	36,91 \pm 0,40	36,18 \pm 0,57	0,468
a*	14,13 \pm 0,29	---	14,08 \pm 0,32	14,59 \pm 0,33	0,557
b*	1,18 \pm 0,19	---	1,12 \pm 0,21	1,68 \pm 0,49	0,316
Saturação	14,22 \pm 0,29	---	14,16 \pm 0,32	14,71 \pm 0,28	0,604

σ : desvio-padrão.

As médias na mesma linha com letra diferente, diferem significativamente (P<0,05).